




DR. ERNST DARMSTAEDTER
No. 194
COLLECTION

TORBERNI BERGMAN

CHEMIAE PROF. VPSAL. ET EQV. AVRATI REGII ORDINIS DE WASA

OPVSCVLA PHYSICA ET CHEMICA

PLERAQVE SEORSIM ANTEA EDITA NVNC COLLECTA ET REVISA

VOL. VI.

CVM INDICE LOCVPLETISSIMO

EDITIONIS CVRAM POST AVCTORIS MORTEM GESSIT

ERNEST. BENI. GOTTL. HEBENSTREIT

IN ACAD. LIPS. MED. D. ET P. P. E.

CVM PRIVILEGIO S. ELECT. SAXONIAE.

LIPSIAE

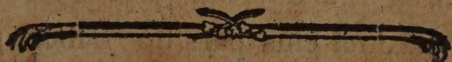
IN OFFICINA LIBRARIA I. G. MÜLLERIANA

MDCCLXXXX.

Ἐμοὶ δὲ τὸ μέν τι τῶν μὴ εὑρημένων ἐξευρίσκειν, ὅ, τι ἂν εὑρεθὲν κρέσσον ἢ ἀνεξεύρητον, ξυνέσιος δοκέει ἐπιθύμημα τε καὶ ἔργον εἶναι καὶ τὸ τὰ ἡμίεργα ἐς τελος ἐξεργάζεσθαι ὡσαύτως

HIPPOCRATES περὶ τέχνης.





LECT. SAL.

EDITOR.

Persoluturus promissa, quicquid Opusculorum b. BERGMANNI antea omissorum colligi a me potuit, in ultimum hoc Volumen contuli. In eo nihil desiderabis L. B. praeter Orationem de fatis Chemiae (a 1766. Upsaliae recitatam) et Dissertationem de erucarum noxa ab arboribus frugiferis arcenda. Quarum illam, cum maxime cuperem, comparare non potui: hanc perpaucis

exscri-

exſcriptam paginis, conſulto omiſi, cum maxima eius pars hoc habeat propoſitum, ut ſententiae aliorum auctorum, qui de eodem argumento, occaſione quaeſtionis ab Academia ſuecica promulgatae, ſcripſerant, partim refutentur, partim confirmentur. Caeterum perutilia ſunt, licet pauca conſilia, quae BERGMANNVS in hac Diſſertatione addidit. Cum enim obſeruaſſet, erucas Phalaenae brumalis L. quae teterrima hortorum peſtis eſt, ſub terra exuuias abjicere formamque mutare, et phalaenarum ex chryſalidibus prodeuntium duplicem pro ſexus differentia habitum eſſe: ſolos nempe mares volucres eſſe, foeminas autem alis deſtitutas non niſi rependo cacumina arborum in quibus oua ponunt,

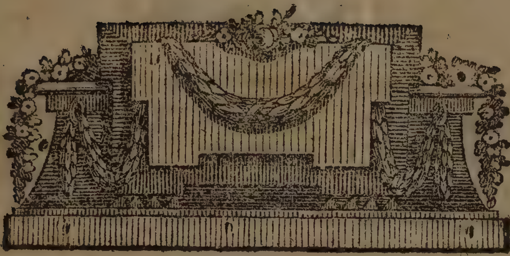
eſcen-

escendere posse: facile intellexit, dirum illum Pomonae hostem nullo artificio circumueniri opprimique posse, nisi Phalaenae foemellae, dum ad arbores proserpunt, in media via intercipiantur. Suadet igitur, caudicibus non procul a radice corticem betulae circumdare, eumque oblinere pice liquida; in cuius lentitia, tanquam in visco animalcula illa inhaerescant et pereant. Nolo commemorare, quae Auctor de profligandis Curculione Pomorum, Phalaena Crataegi, Aphidibus, aliisque hortorum malis, praecepit, nam in his fere, ut antea dictum est, de aliorum libellis iudicium fert, quos in promtu non habebam, et, si habuissem, BERGMANNIANIS adjicere ipso huius operis instituto prohibebar.

Ut

Ut quantum in me esset, nihil reliqui facerem, quod ad libri utilitatem et commoditatem pertineret, indicem copiosum ab erudito quodam Viro elaboratum, ultimo huic Volumini subieci. Caeterum ex animo opto, ut opera mea in conficienda horum opusculorum editione nauata, doctis lectoribus non displiceat, nec Auctore indigna videatur. Scr. Lipsiae Kalendis Mai. MDCCLXXXIX.

LXX.



LXIII.

DE CREPVSCVLIS*).

— — *fublucent fugiente crepufcula Phoebo*
— *vbi nox abiit, nec tamen orta dies.*

OVIDIVS.

§. I.

Fluidum illud aëreum, quod tellurem vndiquaque ambit et atmofphaera adpellari folet, multam licet pariat Aftronomis moleftiam, radios corporum coeleftium a curfu rectilineo detorquendo, inter excellentia tamen naturae opera numerari debet, quae luculenter nobis oftendunt, auctorem vniuerfi fapientiffimum effe eiusque oeconomiam

*) Differtatio academica, quam praefide MART. STROEMER Prof. Aftron. b. Auctor publice defendit Vpfaliae d. 19 Martii. a. 1755.

nomiam in conſeruatione rerum creatarum admirandam maxime. Atmoſphaerae enim beneficio ſpiritum ducunt res animatae, in altum ſeſe extollunt aues, maria traiiciunt nauigantes, propagatur ſonus, excitatur et ſuſtentatur flamma; eius ope aqua per vniuerſam continentem in vſum animalium et plantarum diſtribuitur, eiusque auxilio lumen ſolare per globum terraqueum ita dispergitur, vt obiecta in ſuperficie eius conſtituta, quae a radiis directis illuminari nequeunt, viſibilia tamen fiant per reflexos et refractos. Longum foret enumerare, ne dicam explicare, omnes effectus atmoſphaerae, qui hoc tempore ſcientiae naturalis cultoribus innoteſcunt. Particulam tantum mihi, ſpecimen academicum editurus, adſumſi, quantaque fieri poteſt breuitate oſtendere conſtitui, quomodo per atmoſphaeram fiat, vt ante ortum et poſt occaſum ſolis, etſi radii eius ad nos directe peruenire nequeant, obiecta terreſtria illuſtrentur et luce per aliquod tempus fruamur, adeo vt tranſitus a die in noctem, et a nocte in diem non ſubito et per ſaltum fiat, ſed per gradus inſenſibiles. Tuum vero cum ſit, Lector humaniſſime, in melius interpretari innoxios et imbecilles conatus, benignam tuam vt conſequantur veniam, omni, qua par eſt obſeruantia peto.

§. II.

Per *crepuſculum* intelligimus lucem illam, quam cernimus mane ante adparentem ſolis ortum ſenſim creſcentem, et veſpere poſt eius occaſum

decre-

decreſcentem, vnde obiecta terreſtria illuminantur et ſtellarum ſplendor offunditur. Lux haec atmoſphaerae, quae antecedit ſolis ortum, *crepuſculum matutinum* vel *aurora* vocatur, lux autem, quae eius occaſum inſequitur, vocatur *crepuſculum veſpertinum* vel *crepuſculum κατ᾽ ἐξοχήν.*

§. III.

Generantur crepuſcula a radiis, qui in particulas atmoſphaerae incidentes ab iisdem reflectuntur et oculos noſtros intrant. Cum enim ſine radiis luminis in oculos noſtros incidentibus, nihil videre poſſimus, et ſol cui lumen crepuſculorum deberi facile perſpicimus, eo tempore infra horizontem verſetur, patet, radios eius ad nos non poſſe penetrare niſi per vias inflexas. Hoc autem per reflexionem fieri poſſe liquebit. Sit enim circulus *ABD* (*Fig.* 1.) communis ſectio ſuperficiei telluris et verticalis iſtius, in quo infra horizontem verſatur ſol, recta *HR* communis ſectio eiusdem verticalis et horizontis ſenſibilis, oculus conſtitutus in *A*, et alius circulus *KFI* in plano circuli *ABD* ipſique concentricus, qui portionem atmoſphaerae, vi reflectendi radios gaudentem, includit. Patet tunc nullos radios directos a ſole infra horizontem *HR* conſtituto ad *A* penetrare poſſe, cum inter tangentem *HR* et peripheriam *ABD* nulla recta duci queat, et tellus vt corpus opacum tranſitum radiis deneget; radios vero refractos ad *A* peruenire poſſe, donec profunditatem circiter dimidii gradus attigerit et quousque viſibilis nobis eſt ſol, et cre-

pusculum vespertinum incipere atque matutinum desinere dicimus. Sed pone solem esse in S ad maiorem profunditatem, quam vt possit per refractionem horizontalem visibilis esse, radii tunc innumeri vt SE ab illo in particulas innumeras et ad diuersas altitudines atmosphaerae positas, vt E, incidere possunt, qui ab E reflexi non solum oculum in A intrant, sed etiam in corpora terrestria impingunt illaque reddunt visibilia. Multi quoque horum, qui a corporibus terrestribus reflectuntur, denuo in particulas atmosphaerae incidunt et per multiplices reflexiones lumen crepusculorum adaugent.

§. IV.

Si absque refractione radii per atmosphaeram propagarentur et multiplex singulorum reflexio ad generationem crepusculorum nihil efficeret, manifestum est, crepusculum vespertinum incipere, dum margo sequens solis, matutinum vero finiri, dum margo praecedens solis in horizonte versatur. Sole in recta HR (*Fig.* 1.) versante tota portio visibilis atmosphaerae HEK ab eius radiis illustrari potest, quae portio sensim diminuitur, et penitus euanescit, dum sol in recta KL constitutus fuerit, quae a puncto K (intersectione circuli HEK et horizontis sensibilis HR) ducta circulum ABD tangit; tum enim nihil ex portione visibili HEK atmosphaerae collustratur, adeoque finiretur vespertinum et inciperet matutinum crepusculum. Iam vero cum irrefracti atmosphaeram non transeant radii,

radii, fieri necessum est, vt exinde retardetur finis vespertini et acceleretur initium matutini crepusculi, quemadmodum ob eandem caussam serius incipit vespertinum et citius finitur matutinum. Radius enim luminis *IK*, in punctum atmosphaerae *K* incidens et tellurem tangens non est ille, qui a sole progreditur dum in recta *KL* versatur, sed in puncto quodam *P* infra illam lineam, ita quidem vt angulus *PIL* refractioni horizontali sit aequalis. Nam radius *PI*, atmosphaeram in puncto *I* ingrediens, refractionem patitur et directionem sequitur, non ipsius *PI*, sed *IK*. Sol itaque in hoc casu circa maiorem profunditatem sub horizonte, vltimas atmosphaerae visibilis particulas illustrat, quam in priori, vbi nullam refractionem pati supponebantur radii. Eodem modo patet, cur ob refractionem serius incipiat vespertinum crepusculum et citius finiatur aurora. Patet quoque ex hac caussa durationem crepusculorum nec contrahi nec dilatari, quamdiu refractio horizontalis ponitur eadem; quantum enim vnus limes hinc acceleratur vel retardatur, tantum acceleratur vel retardatur quoque alter.

§. V.

Dixi, complures radios a sole, dum infra horizontem versatur, emissos, post duplicem et triplicem, forsan multiplicem, reflexionem tam a particulis atmosphaerae, quam a superficie terrae, oculos nostros intrare. Ex hac quidem caussa limites inter crepusculum et diem non

mutantur, qui nihilominus manent circa transitum visibilem solis per horizontem, id vero hinc effici potest, vt maiori splendore luceat atmosphaera. Quod autem ad limites inter crepusculum et noctem attinet, illi ex hac caussa producuntur et duratio crepusculorum longior inde redditur. Incidat enim radius solis *QO* (*Fig.* I.) in particulam atmosphaerae *O*, extra visibilem eius portionem *HEK*, potest hic reflecti ad *N* punctum in superficie telluris, porro ad *M*, indeque ad *A*. Vnde patet, etsi sol ad maiorem profunditatem sub horizonte versetur, quam vt vlli radii eius directi vel refracti ad particulam aliquam in visibili portione atmosphaerae penetrare possint, fieri tamen posse, vt radii eius post varias reflexiones, oculos nostros ingrediantur, adeoque limites crepusculorum et noctium ita mutari, vt crepuscula euadant longiora et albicans illud lumen atmosphaerae; quod diem appellare solent rustici nostrates, prius oriatur et serius occidat, vel eorum lingua, *dagen går förr up och senare ned.*

§. VI.

Praeter allatas, aliae quoque sunt caussae, quae partim lumen crepusculorum augent, partim durationem eorum producunt. Atmosphaera soli circumfusa, licet vltimae eius partes in hoc negotio effectum edant vix sensibilem, (vt ex lumine zodiacali patet, quod obseruatur in coelo vna cum stellis sextae magnitudinis) probabile tamen est, partem eius soli viciniorem, quae a radiis eius for-

tiner

titer illuminatur, radios quoque in atmoſphaeram noſtram transferre, eoque ipſo efficere, vt non tantum fortius illuminentur, ſed etiam diutius durent crepuſcula. Atmoſphaera enim illa, quae ſolem circumdat, prius ad horizontem accedit, et ſerius eundem relinquit quam ipſe ſol. Huc accedit lumen illud, quod aurora borealis vocatur, et ſaepenumero ſub ipſiſſimis tenebris nocturnis inſigni ſplendore totum coelum illuminat, ſuamque cum lumine crepuſculorum confundit lucem. Hinc difficillime determinantur, in regionibus hiſce, limites noctium atque crepuſculorum. Licet enim quam ſaepiſſime per varios colores, arcus luminoſos, vndulationes et notabilem ſplendorem in aliqua coeli parte manifeſte ſe non prodat aurora borealis, lumen tamen eius per atmoſphaeram tam vniformiter diſpergitur, vt etiam circa medias noctes hibernas, coelum ſerenum albicante colore, ſpeciem habeat ſimilem illi, quod a crepuſculis oritur.

§. VII.

Ad inueniendam profunditatem ſolis, ſ. eius ab horizonte diſtantiam, quando crepuſcula veſpertina finiuntur et matutina incipiunt, obſeruetur tempus quo mane aër primum ſplendeſcit ſ. crepuſculum matutinum incipit, et veſpere, quo omnis ſplendor euaneſcit ſ. veſpertinum deſinit. Putantur autem crepuſcula matutina incipere, quando ſtellae ſextae magnitudinis primum mane euaneſcunt, et veſpertina deſinere, quando eaedem veſpere primum

conspiciuntur. Sit *ZQNH* (*Fig.* 2.) meridianus, *HR* horizon, *EQ* aequator, *ZN* circulus verticalis transiens per solem in *S* constitutum, dum incipit matutinum et desinit vespertinum crepusculum. Ex obseruato tempore datur arcus aequatoris *EO*, indeque angulus *EPS*, qui ab hoc arcu mensuratur. Dari quoque supponitur latitudo loci, vnde habetur arcus *ZP*, latitudinis nempe complementum. Datur etiam declinatio solis *OS*, quae per eius theoriam ad tempus quodlibet inueniri potest, ex illa data datur quoque arcus *PS*. In triangulo igitur sphaerico *ZPS* dantur latera *ZP*, *PS* vna cum angulo intercepto *ZPS*; per Trigonometriam igitur inuenitur *ZS* cuius excessus *DS* supra quadrantem *ZD*, est profunditas solis quaesita.

§. VIII.

Distantiam solis ab horizonte ad initium crepusculi matutini et vespertini finem inuenit Alhazen 19°, Tycho 17°, Rothmanus 24°, Ricciolus in aequinoctiis mane 16°, vespere 20°, 30′, in solstitio aestiuo mane 21, 25′, in hiberno mane 17°, 25′ communiter 18° ponitur. Certi tamen termini poni nequeunt, cum aër interdum magis interdum minus sit condensatus, nec semper eandem seruet altitudinem. Hinc hieme breuia sunt crepuscula, atmosphaera enim tunc comprimitur. Mane etiam humilior est atmosphaera, vnde matutina crepuscula vespertinis esse solent breuiora.

§. IX.

§. IX.

Crepuſculorum finitor dicitur circulus horizonti parallelus, in quo verſatur ſol, dum crepuſcula incipiunt vel finiuntur. Arcus autem crepuſculorum vocantur arcus parallelorum aequatoris inter horizontem et crepuſculorum finitorem intercepti.

§. X.

In ſphaera recta crepuſcula cito finiuntur; in obliqua eo longius durant, quo obliquior eſt ſphaera; in parallela autem diutiſſime durant. In ſphaera enim recta parallelus, quem motu diurno deſcribit ſol, cum horizonte efficit angulum rectum. Cum autem inter duos in ſphaera parallelos, horizontem nempe et crepuſculorum finitorem, breuiſſima via ſit arcus ad eos perpendicularis, patet in hac poſitione ſphaerae crepuſcula eſſe breuiſſima, quippe quae a mora ſolis in dictis arcubus perpendicularibus, determinantur. Q. e. p.

Quo obliquior eſt ſphaera, eo maiores aequatoris vel eius parallelorum arcus continentur inter horizontem et finitorem crepuſculorum (vt ex doctrina ſphaerica conſtat); quo maiores autem ſunt hi arcus, eo longiore tempore a ſole deſcribuntur, ergo quo obliquior eſt ſphaera, eo longior ſolis mora inter horizontem et finitorem crepuſculorum, vnde crepuſcula longiora. Q. e. ſ.

In ſphaera autem parallela, vbi finitor crepuſculorum horizonti eſt parallelus, ſol per plures menſes interillum et horizontem moratur, vnde in hac ſphaerae poſitione crepuſcula longiſſima. Q.e.t.

§. XI.

Vt haec clariora euadant, repraefentet *HQR* (*Fig.* 3.) horizontem, *CDV* crepufculorum finitorem, qui 18° communiter ab horizonte diftare ponitur, *AQ* aequatorem et *aD*, *no*, *bC* etc. arcus crepufculorum. Patet, quo obliquior ad horizontem eft aequator, eo maiores fieri crepufculorum arcus, fed prout maiorem vel minorem portionem quilibet arcus obtinet ad integrum fuum circulum, eo longius vel breuius erit crepufculum, quando fol illum arcum defcribit. Per punctum quoddam *D* finitoris crepufc. ductus concipiatur circulus maximus *XDN* tangens circulum perpetuae adparitionis et horizonti occurrens ad alteras partes meridiani *HZR*, circulum perpetuae adparitionis etiam tangit horizon; ideoque arcus, vt *by*, *aD*, *cz*, intercepti inter femiperipherias horizontis et circuli *XDN*, quae non concurrunt, funt fimiles (per pr. 13. Lib. 2. fphaer. Theod.) adeoque fol eos aequalibus temporibus defcribit. Circulus *XDN* aut tangit circulum *CDV*, aut fecat. Ponatur primum illum tangere in *D*, et per *D* ducatur parallelus aequatoris *Da*. Hunc fol defcribens breuiffimum efficit crepufculum, longiore enim tempore ceteros crepufculorum arcus *bC*, *no* etc. percurrit. Ponatur iam circulos *HfN* (*Fig.* 4.) fecare circulum *CgV* in *e*. *b*. Ob arcus *ea* et *bc* fimiles, crepufcula, dum hos defcribit fol, erunt aequalia, fed breuiora, dum arcus interiacentes vt *gb* percurruntur, hi enim funt minores quam arcus illi prioribus fimiles, eodemque tempore

pore percursi. In parallelis autem extra *ea* et *cb* crepuscula augentur, cum arcus crepusculorum maiores sint dictis arcubus similibus. At si sol parallelum *pq* peragrat, qui crepusculorum finitorem non adtingit, crepusculum per totam noctem durabit.

§. XII.

Hinc sequitur, crepuscula longe aliam seruare augmenti et decrementi rationem, quam dies noctesque. Nam dies continuo nobis decrescunt noctesque augentur eo tempore, quo a cancro ad capricornum digreditur sol. Crepuscula autem in solstitio aestiuo quidem longissima sunt, indeque progrediente sole, diminuuntur, sed non continuo ad capricornum, sicut longitudo dierum; in puncto enim eclipticae inter libram et capricornum breuissimum fit crepusculum: hinc iterum augetur, efficiturque antequam ad Capricornum perueniat sol, crepusculum aequale illi, quod in aequatore fuit. (Praeterea, quamuis minuerentur dies, crepuscula tamen crescerent, si vltra tropicum hiemalem ambularet sol. Sole a capricorno ad cancrum recedente, crepuscula quoque minuuntur vsque ad punctum quoddam inter capricornum et arietem, in quo breuissimum fit, etiamsi dies, a capricorno ad arietem, continua serie crescant.

§. XIII.

Distantia paralleli ab aequatore in quo minimum est crepusculum, sequenti modo inuenitur. Tangat (*Fig.* 3.) circulus *XDN* circulum perpetuae adpa-

adparitionis, vt ante, ſimulque finitorem in puncto D, et patet ex iis, quae dicta ſunt, arcum crepuſculi Da eſſe eum, qui breuiſſimo tempore abſoluitur, cuius diſtantia ab aequatore iam quaeritur. Quoniam igitur circulus XDN et horizon HR eundem circulum nempe perpetuae adparitionis tangunt, ſimiliter erunt inclinati ad maximum parallelorum eius, hoc eſt aequatorem (per Doct. ſphaer.) Angulus igitur aQr angulo DtT eſt aequalis. Ducatur porro per zenith Z et punctum D circulus verticalis ZD qui aequatorem ſecet in T. Itaque ZD, qui eſt perpendicularis ad HR, erit quoque perpendicularis ad CV, adeoque etiam ad XDN, qui in puncto D tangit circulum CV. In triangulis itaque lQT, DtT, angulus TDt aequatur angulo TlQ, angulus TtD angulo lQT, et angulus lTQ angulo tTD, ad verticem ſibi oppoſito. Triangula igitur haec ſunt inter ſe aequiangula, adeoque etiam aequilatera, ac proinde arcus TD arcui Tl aequalis; ſed eſt Dl diſtantia finitoris crepuſculorum ab horizonte; ergo lT aequalis eſt ſemidiſtantiae horum circulorum. Erit quoque Dt aequalis Ql, ſed Dt eſt aequalis ipſi Qa (per 13. pr. ſphaer. 2 Libr. Theod.) ergo lQ et Qa ſunt aequales. In triangulo itaque lTQ datur angulus TlQ, qui eſt rectus, angulus lQT aequalis eleuationi aequatoris, et latus lT ſemidiſtantia nempe finitoris crepuſculorum et aequatoris; unde inueniri poteſt lQ et huic aequalis Qa. Ab a ductus ſit arcus circuli maximi ar in aequatorem perpendicularis, eritque hic declinatio ſolis, quam quaerimus. Iam vero in triangulo aQr, praeter angulum arQ rectum, datur quoque

rQa

rQa eleuationi aequatoris aequalis et latus *Qa*; inuenietur itaque per Trigonometriam latus *ar* s. declinatio solis, sub qua minima est crepusculi duratio.

Quoniam ostensum est, verticalem *ZD* secare aequatorem *AQT* inter horizontem *HR* eiusque parallelum *CV*, manifestum est punctum *D*, adeoque arcum paralleli *Dr*, cadere ad alteras partes aequatoris *AQT*, respectu poli conspicui *B*. et declinationem inuentam hinc esse australem, si polus conspicuus fuerit borealis, borealem vero si fuerit australis.

Calculo secundum analogiam praecedentem instituto, minima crepusculi duratio Vpsaliae est, dum solis declinatio austral. inuenitur 7°. 52′. 13″. hoc est nostro tempore circa finem Febr. et init. Sept.

Pereleganter idem hoc problema solutum est ab Hospitalo per calculum de minimis, vide eius *Analyse des infiniment petits* Art. 50.

§. XIV.

Data eleuatione aequatoris, tempus, quo crepusculum per totam noctem durat, sequenti modo inuenitur. Subtrahantur 18°, ab eleuatione aequatoris, residuum erit minima solis declinatio, quae esse potest, crepusculo per totam noctem durante. In tabulis declinationis solis puncta deinde quaerantur eclipticae, quibus respondet declinatio inuenta, vel eruantur per calculum. Ex theoria solis calculentur, vel ex ephemeridibus dies quaerantur, quibus puncta eclipticae inuenta ingreditur sol, illi nimirum erunt, inter quos crepusculum per totam noctem durabit. In Ephemeridibus quoque sine calculo

culo Longitudinis solis, haberi possunt dies, quibus declinatio inuenta respondet.

Calculo subducto, per totam noctem durat crepusculum Vpsaliae, a 21 Aprilis circiter vsque ad 21 Augusti.

§. XV.

Vt *inueniatur finis vespertini et initium crepusculi matutini, in dato loco, datae declinationi solis respondens*, sit *mb* (*Fig.* 3.) parallelus, quem eo tempore describit sol, et *VC* finitor crepusculorum, vt ante, *PmΥ* circulus declinationis et *Zm* verticalis per *m* transiens, vbi versatur sol sub finem vespertini et initium matutini crepusculi. In triangulo *PZm* omnia dantur latera, *PZ* enim est complementum latitudinis loci, *Zm* aggregatum ex quadrante et finitoris ab horizonte distantia, et *Pm* complementum declinationis solis. Hinc innotescet angulus *ZPm* per Trig. sphaer., adeoque arcus aequatoris *ApΥ*, eius mensura, qui in tempus conuersus dat distantiam initii matutini crepusculi a meridie sequente, vel finis crepusculi vespertini a meridie praecedente.

§. XVI.

Ex data semidiametro telluris vna cum depressione solis initio matutini vel fine vespertini crepusculi, altitudinem aëris, radios luminis reflectentis, determinabant veteres, qui ad vim refractiuam atmosphaerae non adtendebant, supponendo crepusculi et noctis confinium incidere, cum radius *KL* (*Fig.* 5.) recta via a sole progrediens et tellurem tangens in *D*, incidit in vltimum punctum *K* portionis

tionis visibilis atmosphaerae. Quoniam enim sub hac hypothesi radius *AK* a *K* reflexus et oculum ingrediens in *A* tellurem tangit aeque ac *KD*, erunt per naturam circuli anguli *KAC*, *KDC* recti, adeoque in quadrilatero *ACDK*, anguli *ACD* et *AKD* simul sumti duobus rectis aequales. Vnde sequitur, angulum externum *DKR* esse aequalem angulo ad centrum *ACD*: h. e. depressionem solis infra horizontem esse aequalem angulo *ACD*. Iam vero bifariam secatur angulus *ACD* a recta *CK*. Ex dato itaque angulo *LKR* s. profunditate solis 18°, dum incipit matutinum et finitur vespertinum crepusculum, habetur angulus *ACK* 9°. Cumque angulus *CAK* sit rectus, et praeter hos angulos detur etiam semidiameter terrae *AC*, dabitur quoque *CK*, cuius excessus *EK* supra *CE* est altitudo aëris, quam quaerebat. Patet autem, hoc ratiocinio veram altitudinem non haberi, quoniam vterque radius, tam *DK*, quam *AK* refractiones patiuntur et concurrunt non in *K*, sed in alio quodem puncto *F* infra *K*. Vt autem propius vero habeatur haec altitudo, ponantur radii terram in punctis *A* et *D* stringentes refracti incidere in particulam *F* supremae regionis aëris reflectentis. Progredientur quidem hi inter puncta *AF*, *DE* in lineis aliquantum incuruatis, postea vero versus *N* et *O* a se inuicem recedent per vias quam proxime rectilineas *FN*, *FO*, quae ad *AR* et *DK* inclinantur angulo semigradui fere aequali; tanta enim est refractio horizontalis. Si itaque a *C* ad lineas *OF NF*, versus *D* et *A* productas, demittantur perpendiculares *CM*, *CG*, inclinabuntur hae ad perpendiculares *AC*, *CD* ita vt sin-

ſinguli anguli *GCD*, *MCA* ſemigradui aequentur: *CM*, et *CG* quam proxime quoque erunt aequales ſemidiametro telluris; curuatura enim radiorum circa *F* valde eſt exigua. Adſumto igitur *CG* pro radio, quod quam proxime verum eſt, erit *CF* ſecans anguli *FCG* h. e. ſecans anguli *ECD* angulo *GCD*, vel refractione horizontali, minuti. Vt itaque habeatur vero propior altitudo *EF* aëris reflectentis, angulus *DCE*, quem modo diximus eſſe 9°, minuendus eſt dimidio gradu vel potius 33′. Exceſſum igitur ſecantis tabularis huius anguli $8\frac{1}{2}$ gr. ſupra radium eam ad radium habere rationem patet, quam altitudo aëris reflectentis ad ſemidiametrum terrae.

Liquet vero altitudinem particularum, in atmoſphaera vi reflectendi radios luminis gaudentium, neque exhinc exacte haberi, cum in cenſum non venere reliquae a nobis in §. §. 5. 6. allatae crepuſculorum cauſſae, quae id efficere poſſunt, vt particulae atmoſphaerae ſupremae, quas illuſtratas videmus circa depreſſionem ſolis 18°, lumen ſuum non debeant radiis ſolaribus per vias, dicta ratione tantum refractas vel reflexas ad nos peruenientibus, ſed iis, qui poſt varias reflexiones, tam in atmoſphaera ſolis, quam terrae factas, ad nos perueniunt. Effectus vero harum cauſſarum ſub calculum reuocare et inde ſolutionem huius problematis allatam corrigere, vt altiduto aëris reflectentis exacte habeatur, difficillimum ſi non prorſus ſupra vires humanas poſitum, eſſe arbitror. Plura perſequi prohibet propoſita breuitas, adeoque manum de tabula.

LXIV. DE

LXVIII.

DE INTERPOLATIONE ASTRONOMICA*).

Haec ratio mortalium animos ſubducit in coelum.

PLINIVS.

§. I.

Quamuis noſtro tempore adcuratiſſimis Obſeruatoria praedita ſint inſtrumentis, multisque praeterea modis practica Aſtronomia ſubleuata priorum ſeculorum omnem induſtriam ſuperet, interim tamen adhuc vel in maxime fauentibus circumſtantiis paucorum ſecundorum error vix, ac ne vix quidem euitari poteſt, qui etſi interdum parum noceat, interdum tamen enormia generat vitia. Vt igitur Aſtronomi in exiguis quantitatibus dimetiendis occupati minuant, quantum poſſunt, errorem, non immediate paruas haſce quantitates, ſed maiores illas continentes obſeruant, et ex his datis intermedias quasuis eruunt.

Sint

*) Hanc Diſſertationem praeſide BENED. FERNER Prof. Math. b. Auctor publice defendit Vpſaliae d. 15. Martii a. 1758.

Sint m, n, p admodum exigua in coelo ſpatia, $ſ$ eorum ſumma, e error in obſeruando incuitabilis, ſi haecce ſpatiola immediatis obſeruationibus innoteſcerent, conſtat, illa futura $m \pm e$, $n \pm e$, $p \pm e$ et $ſ \pm 3e = m \pm e + n \pm e + p \pm e$, ſed ſi obſeruatur ſpatium $ſ$ illud inuenietur $ſ \pm e$. In aprico igitur eſt, ſi ex dato $ſ \pm e$ inueniri poſſunt m, n et p, valorem cuiusuis a vero tantum non aberraturum, quantum $\pm e$ valet, nam hic error diuiditur inter m, n et p, adeo vt errorum ſumma heic ſit aequalis errori cuiusuis quantitatis in priori caſu.

§. II.

$$\begin{matrix} \text{Sint} --- p, & q, & r, & ſ, & t, & u --- \\ --- a, & b, & c, & d, & e, & f --- \end{matrix}$$

duae tales ſeries quantitatum quarumcumque, vt cuiuis ſuperioris ſeriei termino p reſpondeat quidam a in feriore, ex ſuperiore certa quadam lege genitus. Termini p, p, r etc. vocantur *radices* et a, b, c etc. *functiones* reſpondentium radicum.

Inuentio radicis datae functioni et functionis cuiuis datae radici reſpondentis vocatur *Interpolatio*, quae *aſtronomica* audit, ſi ad ſoluenda problemata aſtronomica adhibetur. Huic ſcopo Summus Newtonvs in Princ. math. phil. nat. libr. III. lem. V. dedit methodum inueniendae curuae parabolicae per quaeuis data puncta tranſeuntis, vbi radices pro abſciſſis et functiones pro ordinatis ſumit; ſed Celeber. F. C. Maier in Act. petr. tom.

tom. II. p. 180. viam Astronomis longe aptiorem ingressus est, quam in praesenti dissertatione breuiter explicare eiusque adplicationem in soluendis quaestionibus astronomicis ostendere animus est, quod facturus benignam C. L. mihi expeto censuram.

§. III.

Ex dictis patet, summam difficultatem doctrinae interpolationis in eo consistere, vt inuestigetur lex generationis functionum. Sit x radix quaeuis; g, h, k, - - - n quantitates constantes ex functionibus a, b, c - - - f deriuandae; v numerus terminorum, et lex generalis secundum quam quaeuis functio a sua radice generatur $g + hx + kx^2 - - - - nx^{v-1}$, in eo cardo resolutionis vertitur, vt eruantur valores coëfficientium g, h - - - - - n, hisce enim cognitis, cognita quoque est lex generationis.

§. IV.

Vt determinentur memorati coëfficientes (§. III.) supponamus primum paucos terminos in qualibet serie.

Imo sint p, q radices
a, b functiones

et erit (§. III.) lex generationis $g + hx$. Cum iam x indigitet quamuis radicem, ponamus primo $x = p$ eritque $g + hp = a$, et deinde $x = q$, vnde $g + hq = b$. Ex hisce duabus aequationibus facile

 eruitur

eruitur $g = \frac{aq - bp}{q - p}$ et $h = \frac{b - a}{q - p}$, unde lex generationis $g + hx = \frac{aq - bp}{p - q} + \frac{b - a}{q - p} x$

$$= a - (a - b)\frac{x - p}{q - p} = L$$

IIdo Sint p, q, r rad.
a, b, c funct.

eruuntur eodem modo valores sequentes

$$g' = \frac{aq - bp}{q - p} + \frac{a(r-q) - b(r-p) + c(q-p)}{(p-q)(r-p)(q-p)} pq$$

$$= g + \frac{a(r-q) - b(r-p) + c(q-p)}{(p-q)(r-p)(q-p)} pq$$

$$h' = \frac{b - a}{q - p} + \left(\frac{a(r-q) - b(r-p) + c(q-p)}{(r-q)(r-p)(q-p)}\right)(-q-p)$$

$$= h + \left(\frac{a(r-q) - b(r-p) + c(q-p)}{(r-q)(r-p\,(q-p)}\right)(-q-p)$$

$$k = \frac{a(r-q) - b(r-p) + c(q-p)}{(r-q)(r-p)(q-p)}$$

et lex generationis $g' + h'x + kx^2$

$$= a - \left\{\begin{matrix} +a \\ -b \end{matrix}\right\}\frac{x-p}{q-p} + \left\{\begin{matrix} +a(r-q) \\ -b(r-p) \\ +c(q-p) \end{matrix}\right\}\frac{(x-p)(x-q)}{(q-p)(r-p)(r-q)}$$

$$= L + \left\{\begin{matrix} +a(r-q) \\ -b(r-q) \\ +c(q-p) \end{matrix}\right\}\frac{(x-p)(x-q)}{(q-p)(r-p)(r-q)} = L'$$

IIItio

IIItio Sint $p,\ q,\ r,\ s$ rad.
$a,\ b,\ c,\ d$ funct.

$$\text{erit } g'' = g' - \left\{\begin{matrix} +a(r-q)(s-r)(s-q) \\ -b(r-p)(s-r)(s-p) \\ +c(q-p)(s-q)(s-p) \\ -d(q-p)(r-p)(q-p) \end{matrix}\right\} \times \frac{-pqr}{(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(s-r)(s-q)}$$

$$b'' = b' - \left\{\begin{matrix} +a(r-q)(s-r)(s-q) \\ -b(r-p)(s-r)(s-p) \\ +c(q-p)(s-q)(s-p) \\ -d(r-q)(r-p)(q-p) \end{matrix}\right\} \times \frac{+qp+pr+qr}{(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(s-r)(s-q)}$$

$$k' = k - \left\{\begin{matrix} +a(r-q)(s-r)(s-q) \\ -b(r-p)(s-r)(s-p) \\ +c(q-p)(s-q)(s-p) \\ -d(r-q)(r-p)(q-q) \end{matrix}\right\} \times \frac{-p-q-r}{(q-p)(r-p)(s-q)(r-q)(s-r)(s-q)}$$

$$l = - \left\{\begin{matrix} +a(r-q)(s-r)(s-q) \\ -b(r-p)(s-r)(s-p) \\ +c(q-p)(s-q)(s-p) \\ -d(r-q)(r-p)(q-q) \end{matrix}\right\} \times \frac{1}{(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(s-r)(s-q)}$$

et $\overset{''}{g} + \overset{''}{b}x + \overset{'}{k}x^2 + lx^3 = \overset{'}{L}$

$$
- \left\{ \begin{array}{l} + a\,(r-q)\,(s-q)\,(s-r) \\ - b\,(r-p)\,(s-p)\,(s-r) \\ + c\,(q-p)\,(s-p)\,(s-q) \\ - d\,(q-p)\,(r-p)\,(r-q) \end{array} \right\}
\times \frac{(x-p)\,(x-q)\,(x-r)}{(q-p)\,(r-p)\,(s-p)\,(r-q)\,(s-q)\,(s-r)}
$$

$$= \overset{\prime\prime}{L}$$

IVto Sint $p,\ q,\ r,\ s,\ t$ rad.
$a,\ b,\ c,\ d,\ e$ funct.

et erit

$$
\overset{\prime\prime\prime}{g} = \overset{\prime\prime}{g} + \left\{ \begin{array}{l} + a(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s) \\ - b(r-p)(s-p)(t-p)(s-r)(t-r)(t-s) \\ + c(q-p)(s-p)(t-p)(s-q)(t-q)(t-s) \\ - d(q-p)(r-p)(t-p)(r-q)(t-q)(t-s) \\ + e(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(s-q)(t-s) \end{array} \right\}
\times \frac{pqrs}{(q-p)(r-p)(s-p)(t-p)(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)}
$$

$$
\overset{\prime\prime\prime}{h} = \overset{\prime\prime}{h} + \left\{ \begin{array}{l} + a(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s) \\ - b\,(r-p)(s-p)(t-p)(s-r)(t-r)(t-s) \\ + c\,(p-p)(s-p)(t-p)(s-q)(t-q)(t-s) \\ - d(q-p)(r-p)(t-p)(r-q)(t-q)(t-s) \\ + e(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(s-q)(t-s) \end{array} \right\}
\times \frac{-pqr - qrs - sqp - rsp}{(q-p)(r-p)(s-p)(t-p)(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)}
$$

$k = k +$

$$\overset{\prime\prime}{k}=\overset{\prime}{k}+\left\{\begin{array}{l}+a(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)\\-b(r-p)(s-p)(t-p)(s-r)(t-r)(t-s)\\+c(q-p)(s-p)(t-p)(s-q)(t-q)(t-s)\\-d(q-p)(r-p)(t-p)(r-q)(t-q)(t-s)\\+e(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(s-q)(t-s)\end{array}\right\}$$

$$\times\frac{rs+ps+qs+rp+pq+rq}{(q-p)(r-p)(s-p)(t-p)(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)}$$

$$\overset{\prime}{l}=l+\left\{\begin{array}{l}+a(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)\\-b(r-p)(s-p)(t-p)(s-r)(t-r)(t-s)\\+c(q-p)(s-p)(t-p)(s-q)(t-q)(t-s)\\-d(q-p)(r-p)(t-p)(r-q)(t-q)(t-s)\\+e(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(s-q)(t-s)\end{array}\right\}$$

$$\times\frac{-p-q-r-s}{(q-p)(r-p)(s-p)(t-p)(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)}$$

$$m=\left\{\begin{array}{l}+a(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)\\-b(r-p)(s-p)(t-p)(s-r)(t-r)(t-s)\\+c(q-p)(s-p)(t-p)(s-q)(t-q)(t-s)\\-d(q-p)(r-p)(t-p)(r-q)(t-q)(t-s)\\+e(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(t-q)(t-s)\end{array}\right\}$$

$$\times\frac{1}{(q-q)(r-p)(s-p)(t-p)(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)}$$

et $\overset{III}{g}+\overset{III}{h}x+\overset{I}{k}x^2+\overset{I}{l}x^3+mx^4=\overset{III}{L}$

$=\overset{II}{L}$

$$+\left\{\begin{array}{l} +\,a\,(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s) \\ -\,b\,(r-p)(s-p)(t-p)(s-r)(t-r)(t-s) \\ +\,c\,(q-p)(s-p)(t-p)(s-q)(t-q)(t-s) \\ -\,d\,(q-p)(r-p)(t-p)(r-q)(t-q)(t-s) \\ +\,e\,(q-p)(r-p)(s-p)(r-q)(s-q)(t-s) \end{array}\right\}$$

$$\times \frac{(x-p)(x-q)(x-r)(x-s)}{(q-p)(r-p)(s-p)(t-p)(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s)}$$

Vto Sint $p,\ q,\ r,\ s,\ t,\ u$ rad.
$a,\ b,\ c,\ d,\ e,\ f$ funct.

eritque lex generationis

$$\overset{IV}{g} + \overset{IV}{h}x + \overset{III}{k}x^2 + \overset{II}{l}x^3 + \overset{I}{m}x^4 + nx^5 = \overset{III}{L}$$

$$\frac{\left\{\begin{array}{l} +\,a\,(r-q)(s-q)(t-q)(u-q)(s-r)(t-r)(u-r)(t-s)(u-s)(u-t) \\ -\,b\,(r-p)(s-p)(t-p)(u-p)(s-r)(t-r)(u-r)(t-s)(u-s)(u-t) \\ +\,c\,(q-p)(s-p)(t-p)(u-p)(s-q)(t-q)(u-q)(t-s)(u-s)(u-t) \\ -\,d\,(q-p)(r-p)(t-p)(u-p)(r-q)(t-q)(u-q)(t-r)(u-r)(u-t) \\ +\,e\,(q-p)(r-p)(s-p)(u-p)(r-q)(s-q)(u-q)(s-r)(u-r)(u-s) \\ -\,f\,(q-p)(r-p)(s-p)(t-p)(r-q)(s-q)(t-q)(s-r)(t-r)(t-s) \end{array}\right\}}{(s-q)(t-q)(u-q)(s-r)(t-r)(u-r)(t-s)(u-s)(u-t)(r-p)(s-p)(t-p)(u-p)(q-p)}$$

($= \lambda$, vt euitetur prolixa repetitio huius membri)

$$\times\ (x-p)(x-q)(x-r)(x-s)(x-t)$$

$$\overset{IV}{g} = \overset{III}{g} - \lambda\,(-pqrst)$$

$$\overset{IV}{h} = \overset{III}{h} - \lambda\,(pqrt + pqst + prst + pqrs + qrst)$$

$$\overset{III}{k} = \overset{II}{k} - \lambda\,(-prt - pqr - pqs - prs - pqt - pst$$
$$- qst - qrs - qrt - rst)$$

$$l = l$$

$$\overset{II}{l} = \overset{I}{l} - \lambda(pq + pr + ps + pt + qr + qs + qt + rs + rt + st)$$

$$\overset{I}{m} = m - \lambda(-p - q - r - s - t)$$

$$n = -\lambda.$$

COR. I. Qui adtentius praecedentia considerat facile videbit, quamuis legem generationis constare ex lege praecedente et nouo membro, cuius valor generalis hunc in modum inuenitur.

Sint $p,\ q,\ r - - - - t,\ u$ radices
$a,\ b,\ c - - - - e,\ f$ functiones.

Sit A productum differentiarum omnium radicum, excepta prima;
B productum differentiarum omnium radicum, excepta secunda;
C productum differentiarum omnium radicum, excepta tertia; et ita porro pro numero radicum.
Sit F productum differentiarum omnium radicum, excepta vltima;
E productum omnium differentiarum inter x et quamuis radicem, excepta vltima;
G productum omnium diuersarum differentiarum in $A,\ B,\ C - - - F.$
Hisce positis formula noui membri haec est:

$$\pm \frac{E}{G}(Aa - Bb + Cc - - - \pm Ff).$$

Signum positiuum valet si numerus radicum est impar, negatiuum autem in casu opposito.

COR. II. Expressiones generales pro omnibus coëfficientibus legis generationis $g + h x - - - - l x^{\nu-3} + m x^{\nu-2} + n x^{\nu-1}$ sequenti modo eruuntur.

Sit β praecedentis legis terminus non ductus in x h. e. respondens τῷ g in adducta.

γ coëfficiens τȣ̃ $x^{\nu-2}$ -
δ coëfficiens τȣ̃ $x^{\nu-3}$ - } in lege praecedente.
- - - - - - - - - - - -
ζ coëfficiens τȣ̃ x -

M Summa omnium radicum - - -
N Summa omnium productorum bimembrium ex omnibus radicibus - -
- - - - - - - - - - - - - } excepta vltima.
Q Summa omnium productorum ν-2 membrium ex omnibus radicibus - -
R Summa omnium productorum ν-1 membrium ex omnibus radicibus - -

Et ita porro pro numero radicum.

Praeterea denominationes in praecedente corollario factae in hoc quoque valent.

Hinc sequentes exsurgunt formulae

$$n = \pm \frac{aA - bB + cC - - - \pm fF}{E}$$

Signum + valet si numerus radicum impar, alias vero signum —.

$$m = \gamma \pm \frac{aA - bB + cC - - \pm fF}{E} (-M)$$

$$l = \delta \pm \frac{aA - bB + cC - - \pm fF}{E} N$$

$$h = \zeta$$

$$h = \zeta \pm \frac{aA - bB + cC - - \pm fF}{E} (\mp Q)$$

$$g = \beta \pm \frac{aA - bB + cC - - \pm fF}{E} (\pm R)$$

In penultima formula Q eſt poſitiuum ſi numerus radicum eſt par, alias negatiuum, contrarium autem valet de R in vltima, quod quoque ex ipſis ſignis patet.

Schol. Formulae coëfficientium adlatae pro caſibus particularibus longe euadunt ſimpliciores, quarum nonnullas praxi maxime inſeruientes addam.

I. Si o, 1, 2 radices
o, b, c functiones

erit $g = o$
$h = 2b - \frac{1}{2}c$
$k = \frac{1}{2}c - b$

II. Si o, 1, 2, 3 radices
o, b, c, d functiones

erit $g = o$
$h = 3b - \frac{3}{2}c + \frac{1}{3}d$
$k = 2c - \frac{5}{2}b - \frac{1}{2}d$
$l = \frac{1}{2}b - \frac{1}{2}c + \frac{1}{6}d$

III. Si o, 1, 2, 3, 4 radices
o, b, c, d, e functiones

erit $g = o$
$h = 4b - 3c + \frac{4}{3}d - \frac{1}{4}e$
$k = -\frac{13}{3}b + \frac{19}{4}c - \frac{7}{3}d + \frac{11}{24}e$
$l = \frac{3}{2}b - 2c + \frac{7}{6}d - \frac{1}{4}e$
$m = -\frac{1}{6}b + \frac{1}{4}c - \frac{1}{6}d + \frac{1}{24}e$

IV. Si

IV. Si $o, 1, 2, 3, 4, 5$ radices
o, b, c, d, e, f functiones

erit
$$g = o$$
$$h = 10b - 5c + \tfrac{10}{3}d - \tfrac{5}{4}e + \tfrac{1}{5}f$$
$$k = -\tfrac{167}{12}b + \tfrac{467}{12}c - \tfrac{13}{2}d + \tfrac{61}{24}e - \tfrac{5}{12}f$$
$$l = \tfrac{131}{24}b - \tfrac{59}{12}c + \tfrac{49}{12}d - \tfrac{41}{24}e + \tfrac{7}{24}f$$
$$m = -\tfrac{7}{12}b + \tfrac{13}{12}c - d + \tfrac{11}{24}e - \tfrac{1}{12}f$$
$$n = \tfrac{1}{24}b - \tfrac{1}{12}c + \tfrac{1}{12}d - \tfrac{1}{24}e + \tfrac{1}{120}f$$

V. Si o, q, r radices
o, b, c functiones

erit
$$g = o$$
$$h = \frac{br^2 - cq^2}{br\,(r - q)}$$
$$k = \frac{cq - br}{qr(r-q)}$$

VI. Si o, q, r, s radices
o, b, c, d functiones

$$l = \frac{cqs\,(s-q) - brs\,(s-r) - dqr\,(r-q)}{nrs\,(r-q)\,(s-r)\,(q-s)}$$
$$k = \frac{cq - br}{qr(r-q)} - l\,(q+r)$$
$$h = \frac{b}{q} - lq^2 - kq$$
$$g = o$$

§. V.

§. V.

Datis quibusdam radicibus et functionibur respondentibns, quae non multum distant, inuenire functionem cuiusuis datae radicis intermediae, et radicem cuiusuis datae functionis intermediae.

I. Sit x radix cuius functio quaeritur, eritque haec $g + hx - - + nx^{\nu-1}$ (§. III.). Cum iam dentur quaedam radices et functiones respondentes ex formula numero datorum conueniente eruuntur coëfficientes g, $h - - n$ (§. IV.); x quoque datur (per hyp.), ergo valoribus substitutis functio quaesita deteuminatur.

II. Sed ex data functione $g + hx - - + nx^{\nu-1}$ non inuenitur radix x, nisi resoluendo aequationem, quae functionem exprimit, quod vel per Algebram vulgarem fit, vel per Geometriam sublimiorem est tentandum.

§. VI.

Hisce expositis de interpolatione in genere, iam superest, vt vsum, quem haec doctrina Astronomiae praestat, paucis tangamus. Potuit quidem hicce calculus adhiberi ad enodandas plures quaestiones astronomicas, quam in sequentibus fit, sed in praesenti haecce sufficiant, cum ex adlatis satis constare crediderim, et vbi et quomodo haec methodus vtilis esse possit.

Per *locum sideris datum* in sequentibus intelligo, non tantum situm eius respectu Eclipticae et Aequatoris cognitum, sed etiam temporis momentum, quo in eo fuit.

§. VII.

§. VII.

Datis locis quibusdam vicinis Planetae vel Cometae inuenire intermedia pro tempore quouis intermedio.

Sumantur tempora locis datis conuenientia pro radicibus, et loca pro functionibus. Sit x tempus cui locus respondens requiritur, erit hic $g + hx \cdots nx^{\nu - 1}$, qui facile innotescit per datorum substitutionem (§. V.)

Exemplum.

Ponamus Cometam quendam mense Maio obseruatum esse, distantem a stella quadam fixa

9°.	58′.	33″	die	5ta	media nocte
11.	13.	40	-	6	
12.	32.	2	-	7	
13.	53.	52	-	8	

quaeritur eius locus die 6ta et hora 6ta post mediam noctem. Sumtis temporibus pro radicibus, et locis pro functionibus, erit $p = 5$, $q = 6$, $r = 7$, $s = 8$, $x = 6\frac{6}{24}$, $a = 9°. 58'. 33''$, $b = 11°. 13'. 40''$. $c = 12°. 32'. 2''$, $d = 13°. 53'. 52''$. Hisce valoribus substitutis in formula $g + hx + kx^2 + lx^3$ prodit functio tempori x respondens. Sed calculus tali modo institutus admodum prolixus et taedii plenus euadit, quo igitur hoc incommodum euitetur, loco radicum 5, 6, 7, 8, $6\frac{6}{24}$ ponantur aliae eodem modo progredientes o, 1, 2, 3, $1\frac{6}{24}$, et loco functionis cuiusuis differentia eam inter et primam.

Hoc

Hoc modo $p = 0$, $q = 1$, $r = 2$, $s = 3$, $x = 1\frac{6}{24}$, $a = 0$, $b = 1°.\ 15'.\ 7'' = 4507''$, $c = 2°.\ 33''.\ 29'' = 9209''$, $d = 2°.\ 55'.\ 19'' = 10519''$. et per formulam ſecundam in §i IVae Scholio datam inuenitur $l = -597\frac{5}{6}$, $k = 1891$, $h = 3213\frac{5}{6}$, $g = 0$, vnde $g + hx + kx^2 + lx^3 = 5745'' = 1°.\ 35'.\ 45''$, quod additum primo loco obſeruato dat quaeſitum $= 11°.\ 30'.\ 48''$.

Schol. Per adductum problema velocitas angularis pro paruo quouis tempore inueniri poteſt. Nam ſit T paruum tempus, pro quo requiritur velocitas angularis. Interpolando prodit locus planetae ad initium et finem huius temporit, quorum differentia eſt ſpatium tempore T percurſum, quod proinde oſtendit velocitatem angularem huic conuenientem.

In exemplo modo adlato locus Cometae media nocte die 6ta Maii erat 11°. 13'. 40'' et hora ſexta ſubſequente 11°. 30'. 48'', differentia 17'. 8'' monſtrat velocitatem pro ſex horis.

§. VIII.

Iisdem datis ac in praecedente paragrapho, inuenire tempus, quo ſidus in quouis puncto intermedio verſetur. Sit x tempus quaeſitum, locus ei conueniens erit $g + hx \cdots + nx^{\nu-1}$, ex quo valore, numero datorum conuenienter determinato, quaeritur x (§. V.).

COR. I. Hinc ex datis quibusdam locis paulo ante et poſt *oppoſitionem* vel *coniunctionem* Planetae inueni-

inuenitur ipsum *momentum*. Nam sumtis temporibus, locis datis congruentibus, pro radicibus (quod in sequentibus semper fit, nisi expresse aliud moneatur) et locis pro functionibus, aequatio pro momento oppositionis x est $g \dagger hx -- \dagger nx^{\nu-1} = 180^{\circ}$, et pro momento coniunctionis $g \dagger hx -- \dagger nx^{\nu-1} = 0$.

COR. II. *Momentum elongationis maximae* Planetae inferioris ex datis quibusdam elongationibus ante et post, quae pro functionibus adsumantur, per hanc aequationem eruitur

$$h\,dx -- \dagger n.\overline{\nu-1}\,x^{\nu-2}\,dx = 0.$$

COR. III. Ex datis quibusdam altitudinibus meridianis solis paulo ante et post solstitium, innotescit ipsum *Solstitii momentum* x. Nam sumtis diebus obseruationum pro radicibus, et altitudinibus meridianis pro functionibus, formula generalis pro omnibus altitudinibus solis est $g \dagger hx \dagger kx^2 -- \dagger ux^{\nu-1}$; Sed altitudo solstitialis est vel maxima vel minima, ergo si formula proposita differentietur et elementum nihilo aequetur, prodit aequatio pro obtinendo momento solstitii resoluenda $x^{\nu-2} -- \dagger \frac{2k}{n.^{\nu-1}}x \dagger \frac{h}{n.^{\nu-1}} = 0$.

Haec a Cel. Maiero primum inuenta methodus cum reliquis notis collata et facilitate et exactitudine sese commendat.

COR. IV. Ex datis quibusdam locis solis aequinoctio vtrinque vicinis, datoque primo puncto

signi

signi Arietis determinatur *momentum aequinoctii.* Nam sumtis distantiis ab intersectione Aequatoris et Eclipticae pro functionibus, adparet formulam generalem pro distantia quaesita nihilo esse aequandam, et ex hac aequatione x eruendum.

COR. V. Ex datis locis quibusdam adparentibus centrorum solis et lunae paulo ante, post et intra ipsam eclipsin solarem *momentum initii, finis, maximaeque obscurationis* innotescit. Nam sit D diameter adparens solis, d lunae, quae ad momentum quodlibet calculo erui possunt. Si distantiae adparentes centrorum solis et lunae sumantur pro functionibus, erit $g + hx - - + nx^{\nu-1} = D + d$ aequatio pro initio et fine, et $hdx - - - + \overline{n.\nu-1.}\, x^{\nu-2}dx = o$ pro momento maximae obscurationis.

Datis locis quibusdam nodis et latitudini maximae utrinque vicinis, inuenire loca nodorum et inclinationem Orbitae. I. Sumtis distantiis a nodo pro functionibus, $g + hx - - + nx^{\nu-1} = o$ est valor pro loco nodi, ex quo, inuestigato x, per substitutionem prodit quaesitum (§. VII.).

II. Sumtis latitudinibus pro functionibus, per fluxionem formulae functionum inuenitur x, ex quo dato inuestigatur per §. VII. latitudo maxima h. e. inclinatio orbitae.

§. X.

Ex datis quibusdam velocitatibus angularibus inuenire locum et tempus cuiuis alii intermediae re-

ſpondentia. Sumantur velocitates angulares pro functionibus, et, ſi locus quaeritur, loca pro radicibus, tempora vero, ſi indagandum tempus. Deinde per §. V. eruitur quaeſitum.

COR. Ex datis quibusdam velocitatibus Planetae, maximae et minimae vtrinque vicinis, inveſtigari poteſt *perihelium*, *aphelium et momenta tranſitus.* Nam inuento tempore velocitati maximae vel minimae congruente, locus huic conueniens erui poteſt (§. VII.) i. e. perihelium vel aphelium. Idem hoc quoque modo obtinetur: quaeritur prope lineam apſidum vtrinque locus aequali velocitati reſpondens, locus inter hos medius eſt perihelium vel aphelium.

§. XI.

Datis quibusdam altitudinibus ante et poſt ſideris tranſitum per meridianum, momentum tranſitus et altitudinem meridianam inuenire. Sumtis altitudinibus obſeruatis, ſed pro parallaxi et refractione correctis, pro functionibus, cum altitudo meridiana ſit maxima ex aequatione $bdx + 2kx\,dx \ldots + \overline{n.\nu-1}.\, x^{\nu-2}\, dx = o$ inueniri poteſt x ſ. momentum tranſitus, quo cognito per ſolam ſubſtitutionem innoteſcit functio reſpondens h. e. altitudo meridiana.

Schol. Hoc problema magno vſui eſſe poteſt Imo quando nubecula quaedam ipſam ſideris culminationem celat, quam tamen cognoſcere interdum

e re eſt, quaeque praeterea difficilius immediate obſeruatur, ſaltem extra Obſeruatoria. Inſeruit igitur Geographo alicubi non vltra diem commoranti, ſi vnice per obſeruatam altitudinem ſolis meridianam latitudinem loci eruere poſſet. IIdo Quin ad corrigendum meridiem adhiberi poſſit nullus dubito, nam nec calculi, quos tentaui, aliud innuunt, nec altitudo meridiana ſuppoſita maxima ullam patitur variationem per augmentum vel decrementum declinationis, ſaltem ad quandam ſolis diſtantiam ab aequinoctiis, quae omnia forte alio tempore vberius exponere licebit.

§. XII.

Vt ipſe calculus facilior euadat ſequentia imprimis ſunt obſeruanda:

REGVLA Ima. *Si radices in ratione arithmetica progrediuntur, et prima nihilo eſt maior, earum loco alia ponatur ſeries in eadem ratione progrediens, ſed quae a ziphra incipit.* e. g. Si diebus 8, 9, 10 et 11 Martii, eadem hora qualibet die, quaedam factae ſunt obſeruationes, quarum tempora pro radicibus habenda ſunt, earum loco progreſſio 0, 1, 2, 3 poni debet, modo notetur 0 indicare 8am Martii, 1 nonam, et ita porro.

REG. II. *Si radicum differentiae inaequales ſunt et primus terminus nihilo maior, aliae radices ſubſtituendae, quarum prima eſt ziphra, et quarum differentiae aequales ſunt differentiis reiectarum.* e. g. pro 7, 9, 10, 13 ſubſtitui debent 0, 2, 3, 6.

REG. III. *Pro quauis functione substituenda est differentia eam inter et primam.* Sit *a* functio prima, *b* secunda et *c* tertia, loco *a*, *b*, *c* poni debent $a - a = o$, $a - b$, $a - c$ respectiue, quod tamen vltimo adtendendum, si enim quaeritur functio *y*, vltimus valor hanc non dat sed $a - y$.

REG. IV. *Si magnus numerus terminorum in calculum introduci debet, loco functionum interpolandae sunt earum differentiae (differentiae primae), vel etiam differentiae harum differentiarum (differentiae secundae).* Notandum est, hoc modo inveniri posse non tantum differentiam datae radici conuenientem, sed etiam maximam et minimam possibilem.

§. XIII.

Quod ad numerum terminorum interpolandorum adtinet, obseruandum est, tres radices tresque functiones sufficere, si radices et functiones continue crescant vel decrescant vniformiter, siue crescant radices decrescentibus functionibus, siue hisce crescentibus decrescant radices; sed ad minimum quatuor radices totidemque functiones requiri, si radicum functionumue differentiae admodum sunt inaequales, vel etiam modo adfirmatiuae, modo negatiuae h. e. modo crescentes, modo decrescentes.

Tandem verba Cel. Abbatis Di. De la Caille addere liceat: „Tout ce calcul, inquit, n'est qu' „une approximation: par le moïen de certaines „dimen-

„dimensions prises d'espace en espace, on conclud „les intermediaires, en supposant que leurs inegalités suivent constamment une certaine loi; ce „que n' approche de la justesse qu' autant que ces „espaces sont plus serrés, et ces dimensions moins „irregulierement inegales, ou que la loi qu' on a „trouvée approche le plus de la veritable loi de „ces inegalités". Vid. Eius Astr. p. 73.

§. XIV.

Problemata adducta exemplis ex Cometa nuper obseruato petitis illustrare animus fuit, sed cum stellas quasdam, quibuscum in Obseruatorio Vpsalensi est collatus, adhuc non fuerit occasio satis exacte determinandi, et praeterea in nostrarum supplementum hucusque desiderentur obseruationes exterorum, in hisce subsistere cogor.

LXIX.
DE ATTRACTIONE VNIVERSALI*).

— — *inter ſe quia nexus principiorum*
Diſſimiles conſtant — — — — —
Incolumi remanent res corpore. — —

LVCRET.

§. I.

Viribus corporum generalibus ab Illuſtri Isaaco Newtono adnumeratur attractio, ſuper qua in tres praecipue partes abierunt recentiores Phyſici, adeo vt haec vox facta ſit inſtar cuiusdam Schibboleth philoſophantium. Si corporum natura indolesque cognita nobis eſſet, quot et quaenam proprietates ad illa pertineant, et num has inter locum habeat attractio, a priori facile foret diiudicatu, ſed iam e contrario non niſi leuiter et per paucas a poſteriori indagatas innoteſcunt, adeo vt aeque ſit ſtultum corporibus alias attribuere, quam quas experientia eis ineſſe teſtatur, ac, poſt non-

*) Hanc Diſſertationem b. Auctor cum Socio, Matthia Rydell publice defendit Vpſaliae d. 29. Novemb. a. 1758.

nonnullas inuentas, quamlibet aliam eis denegare. quaſi menſura capacitatis ſubiecti eſſet nota. Iure non niſi illae excluduntur, quas oppoſitas notis eſſe certo conſtat. Sed num, praeter dudum detectas, omnibus particulis materiae, certa diſtantia remotis, inſit niſus ad ſe inuicem accedendi absque cognito impulſu? NEWTONVS multis phaenomenis probe conſideratis in illam inductus eſt opinionem, et hunc effectum attractionis inſigniuit nomine.

Hoc igitur vocabulo non niſi phaenomenon primum, aliis explicandis inſeruiens indicat, et tanto minus pro cauſſa indigitanda venditat, quanto certius conſtat, illum cauſſam externam attractionis non negaſſe, nam in Princ. math. Philoſ. nat. Libr. I. Sect. XI. dicit *ſe conſiderare vires centripetas tamquam attractiones, quamuis fortaſſe, ſi phyſice loquamur, verius dicantur impulſus.* Et ad initium dicti libri ſub definitione octaua ita habet: *voces attractionis, impulſus vel propenſionis cuiuscunque in centrum pro ſe mutuo vſurpo; has vires non phyſice, ſed mathematice tantum conſiderando. Vnde, caueat lector, ne per huiusmodi voces cogitet, me ſpeciem vel modum actionis cauſſamve, aut rationem phyſicam alicubi definire, vel centris vires vere et phyſice tribuere, ſi forte aut centrum trahere, aut vires centrorum eſſe dixero.* Item in Scholio prop. LXIX. *vocem attractionis heic generaliter vſurpo, pro corporum conatu quocunque accedendi ad ſe inuicem, ſiue conatus iſte fiat ab actione corporum, vel ſe mutuo petentium, vel per ſpiritus emiſſos ſe inuicem agitantium, ſiue is*

ab actione aetheris, aut aëris, mediiue cuiuscunque, ſeu corporei, ſeu incorporei oriatur, corpora innatantia in ſe inuicem vtcunque impellentis. Hanc attractionis ſignificationem *Newtonianam*, vel cum Do. KRAFT *emphaticam* appellare liceat.

Nonnulli Principe audaciores hanc vim tamquam phyſice realem, et vti cauſſam veram et exiſtentem conſiderant, quo ſenſu *hypoſtatica* vocari poteſt. Multi tandem attractionem omnino condemnant, et, vt infelix ingenii monſtrum, impoſſibilem eſſe contendunt. Horum argumenta merito praeterimus, cum potiora attractionem hypoſtaticam tantummodo petant, cuius defenſionem in nos non ſuſcipimus.

§. II.

Attractio in noſtro ſyſtemate eſt vis vniuerſalis et reciproca.

I. Quod omnia *corpora coeleſtia*, Planetae tam primarii, quam ſecundarii, Cometaeque ſeſe mutuo attrahant, in aprico ponit Mechanica, quippe quae, eorum reuolutiones in orbitis ellipticis vel alia ſectione conica, vi centripetae et vi proiectionis in prima creatione impreſſae, adſcribendas eſſe monſtrat.

II. Deſcenſus corporum ad noſtrum planetam pertinentium, *terrae* in illa vim attractiuam indubiam reddunt. Quod autem ad attractiones mutuas corporum in noſtro globo terraqueo obuiorum attinet,

attinet, eorum exempla vbique ſat manifeſta occurrunt, quamuis interdum vi fortiori cedere cogantur. Has obſeruantes reperimus

1. *ſolida corpora* ad mutuum acceſſum ſollicitari. Duae ſphaerae vitreae aquae libere innatantes, debitaque diſtantia a ſe inuicem remotae, ad contactum feſtinant; marmora polita ſeſe tangentia, magna vi cohaerent; firmitas corporum, qua magnam partem, a particularum attractionicus eſt deriuanda; cetera.

2. *Fluida* mutuam ambire vnionem innumera probant phaenomena: duae guttae aquae in conueniente diſtantia poſitae, ad ſe inuicem feruntur, et in vnam coaleſcunt; aqua, aliaque fluida aërem abſorbent; Naphta, tam naturalis, quam artificialis, ignem ad ſe allicit, pluraque eiusmodi, quae experientia tam vulgaris, quam Phyſica et Chemica abunde ſubminiſtrat.

3. Quod quoque *fluida* et *ſolida inter ſe* eandem vim exerceant aeque certum eſt, nam ſi ligna, metalla, vitra, aliaque ſolida corpora aquae, vino aliiue liquori immerguntur, non modo madeſcunt, ſed etiam, ſi caute extrahantur, parua columna fluidi illa ſupra libellam ſequitur; ſalia alkalina alluentes vapores aqueos attrahunt; Butyrum Antimonii, cineresque clauellati, aquam ex aëre abſorbent. Ex memoratis innumerisque aliis phaenomenis (quibus heic recenſendis ſuperſedeo, cum in altera diſſertationis parte propius examinabuntur) iure concludimus, omnibus materiae particulis at-

tribuendam eſſe vim mutuam attractiuam, quam pro maiore vel minore homogeneitate, plus minus inter ſe plerumque exercent. Haec igitur vis a quacunque demum cauſſa dependens, non immerito *attractio vniuerſalis* appellatur, ad illam diſtinguendam a particularibus quibusdam Magnetiſmi et Electricitatis phaenomenis.

SCHOL. Quod ad cauſſam attractionis vniverſalis attinet, de illa adhuc nihil certi conſtat, nec homogeneitas quidquam explicare videtur, niſi ſuppoſita attractione mutua. Poſitis enim duabus materiae particulis homogeneis *A* et *B*, de *A* adfirmari nequit, quod *B* attrahat ob qualitatum convenientiam, niſi *B* hac vi reuera gaudere notum ſit.

§. III.

Attractio fit in ratione maſſarum.

Grauitatem corporum, quae nihil aliud eſt, quam attractio, hanc ſequi rationem experientia teſtatur. Praeterea ex propoſ. praeced. vidimus hanc vim competere omnibus materiae particulis, adeoque cum effectus ſuae cauſſae ſemper ſit proportionalis, ſi corpus *C* inter duo alia *A* et *B* ponatur, quorum alterum *A* dupla ipſius *B* materiae quantitatae gaudeat, *A* quoque duplo fortius trahet *C*, quam *B*, nullo habito reſpectu diſtantiae, et viciſſim *C* pro ſua maſſa attrahit *A*, adeo vt, remoto omnino *B*, ſpatia (*ſ* et *S*), quae ante concurſum peragrant *A* et *C*, ſint maſſis (*M* et *m* reſpectiue) inuerſe proportionalia, hoc eſt $S:ſ::m:M$.

Itaque

Itaque in communi grauitatis centro concurrerent, nisi caussarum distantia obstaret, quae communiter quo maior, eo magis effectus debilitat.

§. IV.

Attractio longinqua sequitur rationem inuersam quadratorum distantiarum h. e. massis manentibus iisdem, et nominando attractionem A, distantiam a centro corporis attrahentis D, erit $A = \frac{1}{DD}$.

Omne corpus in curua motum quouis momento in tangente abire tentat, luna igitur cito motum amitteret curuilineum, nisi vis centrifuga alia vi versus terram premente continuo sedaretur, quae nulla alia est, quam lunae in terram grauitatio. Haec cognita, et cum eis, quae iuxta terram hoc in negotio obseruantur, collata, monstrabit, qua ratione magnae distantiae aestimationem attractionis intrant.

Sit LC (*Tab. II. Fig.* 1.) pars orbitae, quam luna in distantia media a terra vno minuto primo peragrat. Haec aequiualet $32''. 56\frac{1}{2}'''$, cum 27 *d.* 7 *h.* $43'. 12''$ requirantur ad integram reuolutionem seu $360°$. Sit T terra et LB tangens in L, BC igitur vim exprimit, quae lunam vno minuto primo versus terram vrget seu spatium, quod luna a vi centrifuga liberata hoc tempore percurreret. Lunae distantia media a terra est 60, 2 semidiam. terrestr. $= 1291589856, 2$ ped. suec. $= LT$. Cum autem $CB = R\ (= 1) - \text{Cos}.\ LTC\ (= \text{Cos}.\ 32''. 56\frac{1}{2}''')$

=

= 0,000000012754, erit 1 : 0,000000012754 :: 129189856, 2 : 16 ped. ſuec. circiter. Sed grauia iuxta terram ſecundum experimenta HVGENII percurrunt vno minuto ſecundo 16 ped. ſuec. circ. Jam ex theoria GALILAEI ſpatia percurſa ſunt quadratis temporum proportionalia, adeoque corpus iuxta terram vno minuto primo peragrabit 16 × 60 × 60 ped. ſuec. Ergo ſpatium a luna percurſum vno minuto primo, eſt ad illud, quod corpus graue iuxta terram eodem tempore abſoluit, vt

$16 : 16 \times 60 \times 60 :: \frac{1}{60 \times 60} : 1$, quae eſt ratio inuerſa quadratorum diſtantiarum, dum 1 exprimit quadratum diſtantiae ſuperficiei terrae ab eiusdem centro, et 60 × 60 quadratum diſtantiae lunae ab eodem.

SCHOL. I. Dus CLAIRAUT anno 1747 coram Academia ſcientiarum Pariſienſi commentarium recitauit, in quo motum apogaei lunae per theoriam Newtonianam inuentum duplo tardiorem eſſe contendit, quam qui ex obſeruationibus deducitur, vnde attractionem rationem reciprocam duplicatam non ſequi concludebat. D'ALEMBERT eodem tempore, et EVLERVS longe antea, per diuerſas methodos idem reperierunt. Sed anno 1749 CLAIRAUT eidem Academiae delarauit ſe modum inueniſſe conciliandi motus apogaei ex theoria deriuati cum obſeruationibus.

Diſſertatio Cel. CLAIRAUT de Theoria Lunae, praemio ab Academia ſcientiarum Petropolitana decorata; Dum EVLERVM arduam hancce materiam

iterum

iterum adgredi permouit, vnde motum apogaei inuenit pro menſe

apogiſtico 3. 2. 9, qui ex obſeruationibus eſt 3. 4. 11
periodico 3. 0. 37 - - - 3. 2. 38,

quae parua differentia quibusdam terminis accuratius determinandis imputari poteſt. Conf. eius Theoriam Lunae.

Dnus D'Alembert formulam apogaei ad fluxiones 3i ordinis continuando, tamen differantiam triginta minutorum pro reuolutione theoriam inter et obſeruationes inuenit. Duo primi ſeriei termini, quae motum apogaei exprimit, fuerunt 1°. 30′ et 1°. 3′, adeoque ſumma omnium reliquorum eſſet circiter 30′, ſi theoria obſeruationibus conſentiret. Deinde non negligendo niſi fluxiones 6ti ordinis motum apogaei inuenit 3°. 2′. 33″, dum luna 360° percurrit; ſed ex obſeruationibus hic per diem eſt 6′. 41″, quod per 27 *d.* 7 *h.* 43′ dat 3°. 3′. 37″, quae parua differentia vix neglectui quarundam fluxionum tribui poteſt, nam quatuor primi ſeriei termini ſunt circ. 1°. 30′. 37″, 1°. 3′. 21″, 23′. 30″, 5′. 5″, quae ſeries ſatis conuergit, vt quintus terminus vnum minutum primum aequiualeat, et hoc poſito, theoria perfecte cum obſeruationibus conſpirat, quamuis neglectae ſint perturbationes ex actione reliquorum planetarum, item figurae terrae et lunae, quae circumſtantiae etſi difficillime in calculum introducantur, tamen concluſionem forte variare poſſent. Conf. Syſteme du Monde Ire partie.

Celeb.

Celeb. Prof. THOMAS SIMPSON nuperrime quoque motum apogaei lunae legi Newtonianae non officere alia methodo oſtendit. vide eius Miſcellaneous Tracts anno praet. impreſſ. Londini pag. 160 ſeq.

SCHOL. II. Ex phaenomenis lex quadrati non exacte ſequitur, adeoque omnis alia ab illa parum differens theoriue quoque ſatisfaceret, ſed cum lex vnice ex potentia diſtantiae pendens cuiuis alii functioni algebraicae ſit praeferenda, merito prior eligitur, quae, ſi vel maxime motui apogaei lunae non accurate conueniret, ideo tamen non eſſet mutanda tantummodo ad explicandum phaenomenon ſingulare, cuius inaequalitates a cauſſa particulari oriri poſſent, praeſertim, cum quaecunque ſubſtituatur functio, haec vix, ac ne vix quidem terreſtribus et coeleſtibus ex attractione derivandis phaenomenis, ſimul ſufficiet.

SCHOL. III. Di. KEIL, GREGORIVS aliique hanc legem a priori eruere tentarunt. Hi attractionem tamquam vim in rectis infinite multis reſidentem concipiunt. Hae rectae ex centro grauitatis emanant et ſphaeram actiuitatis componunt, intra quam corpus quodcunque conſtitutum attrahitur in ratione numeri radiorum, quem quaeuis eius particula intercipit. At hic numerus decreſcit in eadem ratione, qua radiorum quadrata creſcunt, nam ſphaera actiuitatis concipi poteſt tamquam compoſita innumeris, concentricis et propinquis ſuperficiebus, quarum quaeuis eundem quidem radiorum numerum recipit, ſed tanto rariores, quanto maior

maior est superficies. Sphaericae vero superficies sunt in duplicata ratione semidiametrorum, adeoque in spatio dato numerus radiorum est inuerse vti superficies in qua est, h. e. inuerse vti quadratum distantiae, et proinde attractio in eadem ratione. Sed tantum abest, vt haec ratiocinatio Theoriam Newtonianam confirmet, vt potius illam euertat, et experientiae contradicat, nam ex hac explicatione grauitas non rationem massarum, sed magnitudinum sequeretur.

§. V.

Massa et Distantia sunt vnica elementa, quae aestimationem attractionis longinquae intrant.

Nam sit in sphaera fluida *ABD* (*Tab. II. Fig.* 2.) canalis *abed*, composita ex duobus tubis circularibus *ab* et *de*, quorum centra coincidunt cum centro sphaerae, et ex duobus cylindris cauis *ad* et *be* versus centrum directis. Hoc posito apparet fluidum canalis in tubis circularibus nullum editurum effectum aequilibrio inimicum, cum directio eius vis sit ad tubos perpendicularis, ideoque tota ab illis sustentetur, ergo vt aequilibrium in canali obtineatur, requiritur vt effectus cylindrorum sese mutuo destruant, quod fieri nequit, si grauitatio esset mensuranda praeter massam et distantiam ab alia quadam circumstantia *e. g.* ex angulis inter axim *AC* et tubos *ad* et *be*. Canalem enim ita disponi posse in aprico est, vt angulus *ACb* maior vel minor fiat angulo *ACa*, in hoc igitur casu aequilibrium turbaretur, quod absonum, nam dum

tota

tota ſphaera in eo manet, neceſſario quoque idem eueniet canali.

SCHOL. Quod ad figuram attinet, ea quidem attractiones in paruis et mediocribus diſtantiis variat, nam corpuſculum a ſphaera longe aliter ſollicitatur, quam ab eadem materia formata in planum circulare, cuius centrum idem ac ſphaerae et planum parpendiculare ad lineam centrum ſphaerae et corpuſculum iungentem. Itaque, quamuis haec differentia adeo ſit parua, vt iuxta terram in corporibus, quae examini ſubiicere licet, percipi nequeat, tamen, accurate loquendo, allata propoſitio non valet, niſi de corporibus, quorum diametri reſpectu diſtantiae euaneſcunt.

§. VI.

Ex legibus attractionis hactenus memoratis mirum, quam conformes obſeruationibus deducantur, non tantum Planetarum tam primariorum, quam ſatellitum, ſed etiam Cometarum motus. Theoria haecce quo magis euoluitur, et quo accuratiori examini ſubiicitur, eo magis quoque confirmatur.

Ex allatis iam leges quasdam particulares deriuabimus, quarum magnam partem ſynthetice demonſtrauit Newtonvs. In ſequentibus ſuppono corpora homogenea, et ſeſe attrahentia in ratione directa maſſarum et reciproca duplicata diſtantiarum.

§. VII.

Vim, qua punctum a quouis alio in qualibet directione attrahitur, inuenire.

Quae-

Quaeratur vis, qua punctum E (*Tab. II. Fig.* 3) attrahit punctum P in directione PD. Demittatur perpendicularis ED, iunganturque E et P. Cum iam vis, qua P ſollicitatur, ſit $= \frac{1}{EP^2}$, hac decompoſita, pro vi in directione DP erit $\frac{PD}{PE} \times \frac{1}{PE^2} = \frac{PD}{PE^3}$. Q. E. I.

COROLL. Hinc inueniri poteſt vis vrgens P verſus lineam AB normaliter. Nam ſit $ED = x$, $PD = a$, erit attractio puncti E in directione normali $\frac{PD}{PE^3} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}^3}$, et $\frac{adx}{\sqrt{a^2 + x^2}^3}$ elementum attractionis totius ED ſecundum rectam PD, vnde

$$\int \frac{adx}{\sqrt{a^2 + x^2}^3} = \int \frac{adx\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{ax^2dx}{\sqrt{a^2 + x^2}}}{a^2(a^2 + x^2)} =$$

$\frac{x}{a\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{ED}{PD \times PE}$ eſt attractio lineae ED, adeoque $\frac{AD}{PD \times AP}$ totius AD.

Eodem modo inueſtigatur vis partis DB, $= \frac{DB}{PD \times PB}$, vnde $\frac{AD}{PD \times AP} + \frac{DB}{PD \times PB}$ exprimit vim, qua P a linea AB perpendiculariter attrahitur.

§. VIII.

Vim, qua recta linea punctum, in eadem producta situm, in qualibet directione attrahit, inuenire.

Sit Imo quaestio de vi lineae *AB* (*Fig.* 9.) vrgente *P* secundum directionem lineae attrahentis. Coniungantur puncta *P* et *A*. Sit $PA = a$, $AE = x$, $AB = b$, eritque fluxio attractionis lineae $AE = \frac{dx}{(a+x)^2}$ (§. VI), quae transformata, posito $z = a + x$, reddit integrale $= - \frac{1}{a+x} \pm A$, et $A = \frac{1}{a}$, vnde integrale completum $= \frac{1}{a} - \frac{1}{a+x} = \frac{1}{PA} - \frac{1}{PE}$. Hinc vis totius lineae *AB* $= \frac{1}{PA} - \frac{1}{PB}$. Q. E. P. I.

II. Si inuestiganda sit vis lineae *AB* in quauis alia directione *PD*, demittantur perpendicula *AC*, *EF* et *BD* in *PD*, et ponatur $PC = c$. Attractio puncti *E* secundum *PD*, $= \frac{PF}{PE^2} = \frac{PC}{PE^2 \times PA} = \frac{c}{a(a+x)^2}$ (§. VII.), et $\int \frac{c\,dx}{a(a+x)^2} = - \frac{c}{a(x+a)} \pm A = \frac{c}{a^2} - \frac{c}{a(x+a)}$ exprimit vim lineae *AE*, ideoque, posito $x = b$, attractio lineae

lineae $AB = \frac{c}{a^2} - \frac{c}{a(b+a)} = \frac{PC}{PA}\left(\frac{1}{PA} - \frac{1}{PB}\right)$. Q. E. A. I.

§. IX.

Vim, qua peripheria circuli attrahit corpufculum conftitutum in perpendiculari ad eius planum per centrum tranfeunte, inuenire.

Quaeratur vis, qua P (*Tab. II. Fig.* 4.) a peripheria $ABCD$ fecundum PG attrahitur. Sit $AB = x$, $BG = r$, $PG = a$ et p peripheria circuli ad radium 1, quem valorem vbique in fequentibus obtinet. Itaque $ABCD = pr$, et $\frac{PG}{PB^3}\, dBA$ eft fluxio attractionis BA in directione PG (§. VII.) adeoque $\int \frac{adx}{\sqrt{a^2+r^2}^3} = \frac{ax}{\sqrt{a^2+r^2}^3}$ tota eius vis. Ergo $\frac{apr}{\sqrt{a^2+r^2}^3} = \frac{PG \times ABCD}{PB^3}$ exprimit attractionem quaefitam. Q. E. I.

COROLL. Si $PG = o$, vis integra, qua P follicitatur, euanefcit, aequaliter enim ab omni parte attrahitur.

§. X.

Vim, qua fuperficies coni recti corpufculum in vertice conftitutum attrahit, inuenire.

Quaeratur vis, qua ſuperficies coni $PALBE$ (*Tab. II. Fig.* 5.) attrahit P. Sit axis $PC = a$; $PA = b$, $AC = c$; $PF = x$ et $FD = y$. Hinc $PD = \frac{bx}{a}$ et $dPD = \frac{bdx}{a}$. Iam ſuperficies conica in innumeras zonas HE baſi parallele concipiatur diuiſa, quarum vnius EH attractio in directione axis eſt $\frac{PF}{PD^3} \times DF \times p \times dPD$ (§. IX.) $= \frac{dPD \times PC \times DF}{PD^2 \times PA} \times p$ ob $\frac{FP}{PD} = \frac{PC}{PA}$, adeoque ſubſtitutione facta, $= \frac{pa^2ydx}{b^2x^2} = \frac{pacxdx}{b^2x^2}$ (ob $y = \frac{cx}{a}$) $= \frac{pac}{b^2} \times \frac{dx}{x}$, cuius integrale $\frac{apc}{b^2}$ lx dependet ex conſtructione Logarithmicae, vel quod eodem redit, a quadratura Hyperbolae aequilaterae. Itaque ſi $x = a$, attractio totius ſuperficiei conicae fit $\frac{pac}{b^2} la$. Q. E. I.

COROLL. Si $TMALPN$ eſt conus rectus truncatus, eius ſuperficiei vis P attrahens, eſt differentia attractionum ſuperficierum conicarum $PALB$ et PMN, hoc eſt $p \frac{PC \times AC}{PA^2} lPC - p \frac{PC \times AC}{PA^2} lPT = p \frac{PC \times AC}{PA^2} l \frac{PC}{PT}$.

§. XI.

Vim, qua superficies cylindrica corpusculum in axe protracto situm attrahit, indagare.

Quaeratur superficiei *BKOMDA* (*Tab. II. Fig.* 4.) vis attrahens *P*. Sit $PL = x$, $LE = r$, erit $PE = \sqrt{x^2 + r^2}$. Peripheria circuli *EF* basi parallela $= pr$ ducta in $\frac{PL}{PE^3}$ exprimit huius peripheriae attractionem (§. IX.) $= \frac{prx}{\sqrt{x^2 + r^2}^3}$, adeoque $\frac{drxdx}{\sqrt{x^2 + r^2}^3}$, est fluxio attractionis superficiei cylindricae *DE*, cuius fluens, posito $\sqrt{x^2 + r^2} = z$, facili transformatione inuenitur $= - \frac{pr}{\sqrt{x^2 + r^2}}$ $\pm A = p \times \frac{pr}{PB} - \frac{pr}{\sqrt{x^2 + r^2}}$, ex quo valore, substitutione facta, innotescit attractio totius superficici $= p \times \frac{pr}{PB} - \frac{KHMO}{PK}$. Q. E. I.

SCHOL. $p \times \frac{pr}{PB} - \frac{pr}{\sqrt{x^2 + r^2}}$ duplici gaudet valore, vt primum *P* cadit inter *G* et *L*, quorum alter illam vim indicat, quae versus *P* sollicitat, alter vero, quae versus *N* vrget. In medio axis hae vires se inuicem destruunt, et corpus *P* ibi quietum manet.

§. XII.

Vim, qua fphaerica fuperficies corpufculum extra fe pofitum attrahit, definire.

Inueftiganda fit vis, quae P (*Tab. II. Fig.* 6.) verfus fphaerae $OHEDC$ centrum vrget. Sit $OHED$ circulus maximus, PH et PN duae infinite propinquae lineae circulum fecantes in B, M, N et H; BL et HI perpendicula in PI, CK in PH, BG et HF in PE. Iungantur puncta H et B cum C. Ponatur $PO = a$, $PE = b$, $PB = z$, $PH = x$, eritque $OC = \frac{b-a}{2}$, $PC = \frac{a+b}{2}$, $PK = \frac{z+x}{2} = \frac{z^2+ab}{2z} = \frac{x^2+ab}{2x}$ ob $PB \times PH = PO \times PE$, $BM = \frac{(b-a)dz}{2CK}$ ob triangulum $BCK \sim BLM$, $BG = \frac{2CKz}{a+b}$ ob triangulum $PCK \sim PGB$, $HN = \frac{(b-a)dx}{2CK}$ ob triang. $HIN \sim HCK$ et $HF = \frac{2CKx}{a+b}$. Iam concipiendo fphaericam fuperficiem in innumeras zonas DBM et HNS diuifam, harum omnium attractiones additae, dabunt quaefitum. Zona $DMB = p \times MB \times BG$ et eius attractio $p\left(\frac{MB \times BG}{PB^2}\right)$, cuius pars in directione PE eft $p\left(\frac{MB \times BG}{PB^2} \times \frac{PK}{PC}\right)$ =

$$=\left(\frac{\frac{(b-a)dz}{2CK}\times\frac{2CKz}{a+b}}{z^2}\times\frac{\frac{z^2+ab}{2z}}{\frac{a+b}{2}}\right)p=p\frac{b-b}{(a+b)^2}$$

$(dz+abz^{-2}dz)$. Eodem modo eruitur attractio zonae HNS, quae MBD ſemper comitatur, $=$

$$\left(\frac{HN\times HF}{PH^2}\times\frac{PK}{PC}\right)p=p\frac{b-a}{(a+b)^2}(dx+abx^{-2}dx).$$

Cum creſcente z minuatur x, erunt harum zonarum attractiones in ſummam collectae $=p\frac{b-a}{(a+b)^2}$. $(\pm dz\pm abz^{-2}dz\mp dx\mp abx^{-2}dx)$, cuius integrale $p\frac{b-a}{(a+b)^2}(\pm x\mp abx^{-1}\mp z\pm abz^{-1})$ eſt valor attractionis ſuperficiei generatae per reuolutionem arcus BH, qui nulla eget correctione. Hinc poſito $z=a$, et $x=b$, attractio totius ſuperficiei eſt $\frac{2(b-a)^2}{(a+b)^2}p$. Q. E. I.

COROLL. Attractio ſuperficiei ſphaericae eſt directe vti quadratum diametri, et inuerſe vti quadratum diſtantiae a centro.

§. XIII.

Vim, qua ſphaerica ſuperficies corpuſculum intra ſe poſitum attrahit, determinare.

Inueniatur vis, quae P (*Tab. II. Fig. 7.*) verſus C trahit. Repraeſentet $OHEB$ circulum maximum

mum in cuius plano P ſitum; MN et BH duas lineas in centro corporis P ſeſe ſecantes et angulum infinite paruum comprehendentes, HI et CK perpendicula in MN; ML in BH, MG et NF in OE. Iungantur M et N cum C. Sit $PO = a$, $PE = b$, $PN = x$, $PM = z$, et erit $CM = CO = \frac{a+b}{2}$, $PC = \frac{b-a}{2}$, $PK = \frac{x-z}{2} = \frac{ab-z^2}{2z} = \frac{x^2-ab}{2x}$, $MB = \frac{(a+b)az}{2CK}$ et $MG = \frac{2CKz}{b-a}$. Eodem modo ac in praeced. problemate inuenitur attractio zonae MB verſus centrum, $= p\left(\frac{MB \times MG}{PM^2} \times \frac{PK}{PC}\right)$ $= \frac{a+b}{(b-a)^2} p\,(abz^{-2}dz - dz)$, et zonae HN $= p\left(\frac{NH \times NF}{PN^2} \times \frac{PK}{PC}\right) = \frac{a+b}{(b-a)^2} p$ $(dx - abx^{-2}dx)$, quarum differentia $= \frac{a+b}{(b-a^2}$ $p\,(dx - abx^{-2}dx - abz^{-2}dz + dz)$, cuius integrale $= \frac{a+b}{(b-a)^2} p\,(-x - abx^{-1} + z + abz^{-1})$. Itaque, poſito $z = a$, et $x = b$, prodit totius ſuperficiei vis verſus C vrgens $= \frac{a+a}{(b-a)^2} p$ $(-b + a + b - a)$. Q. E. I.

COROLL. Si igitur daretur planeta vacuus, in illo mundus grauitatis phaenomenorum inſcius repe-

reperiretur. Animalia ibidem ſurſum, deorſum et in omnes plagas eadem facilitate irent, niſi mutua inter ſe inuicem gauderent attractione, quo in caſu haec vis manifeſtos ederet effectus, nec (vti in ſuperficie terrae fit) potentiore deſtrueretur.

§. XIV.

Vim, qua planum circulare attrahit corpuſculum in perpendiculari per centrum circuli tranſeunte, poſitum, inuenire.

Quaeratur vis, qua P (*Tab. II. Fig.* 4.) verſus planum $ABCD$ ſecundum axim PN ſollicitatur. Sit db circulus concentricus circulo DB, et in eodem plano, $PG = a$, $Pd = x$, vnde $Gd^2 = x^2 - a^2$, et area circuli ad rad. $1 = f$, (vti ſemper in ſequent.) vnde circuli $bd = f(x^2 - a^2)$, cuius differentiale $2fxdx$. Attractio cuiusuis particulae d in directione PG eſt vti $\frac{PG}{Pd^3} = \frac{a}{x^3}$, adeoque differentiale vis attrahentis circuli bd eſt $\frac{2fadx}{x^2}$, et $2af\int x^{-2}dx = -\frac{2fa}{x} \pm A$. Sed cum attractio euaneſcat, poſito $PG = Ad$, erit $A - \frac{2fa}{a} = 0$, et $A = 2f$, ideoque integrale quaeſitum $2f - \frac{2fa}{x} = 2f\left(1 - \frac{a}{x}\right)$, vnde vis totius plani $BD = 2f\left(1 - \frac{PG}{PB}\right)$, poſito $Pb = PB$. Q. E. I.

§. XV.

Vim, qua conus rectus corpusculum in vertice constitutum attrahit, inuenire.

Eruatur quanta vi P (*Tab. II. Fig.* 5.) attrahatur a cono $PABL$. Valeat eadem denominatio ac in §. X., et erit attractio coni $PFDE = 2f \int (1 - \frac{PF}{PD}) \cdot PF = 2f \int (dx - \frac{adx}{b}) = 2f (x - \frac{ax}{b})$, adeoque attractio totius coni quaesita $= 2f (PC - \frac{PC^2}{PA})$. Q. E. I.

COROLL. Vis coni truncati $MTCABN$ vrgens P secundum axim PC, est aequalis differentiae virium conorum $PCAB$ et $PTMN$, hoc est $= 2f (PC - \frac{PC^2}{PA}) - 2f (PT - \frac{PT^2}{PM}) = 2f (TC - \frac{PC \times TC}{PA})$.

§. XVI.

Vim, qua cylindrus, corpusculum in axi elongato positum, attrahit, inuenire.

Quaeritur cylindri BM vis attrahens P (*Tab. II. Fig.* 4.). Sit $GL = x$, $EL = BG = e$, $BK = b$ et $PG = a$. Cum iam attractio plani EF sit $2f (1 - \frac{PL}{PE}) = 2f (1 - \frac{x + a}{\sqrt{x^2 + 2ax + a^2 + c^2}})$ (§. XIV.)

(§. XIV.), quod ductum in dx fit $= 2f\left(dx - \frac{(a+x)\,dx}{\sqrt{(x^2+2ax+a^2+a^2)}}\right) = 2f\left(dx - (adx + xdx)(x^2+2ax+a^2+c^2)^{-\frac{1}{2}}\right)$ et exprimit fluxionem attractionis cylindri BF, cuius fluens $2f\left(x - (x^2+2ax+a^2+c^2)^{\frac{1}{2}}\right) \pm A$ totam eius vim monſtrat. Ad determinandum A obſeruandum eſt, quod poſito $x = 0$, fiat $-2f(a^2+c^2)^{\frac{1}{2}} + A = 0$, et $A = -2f(a^2+c^2)^{\frac{1}{2}}$, vnde fluens completus euadit $2f\left(x - (x^2+2ax+a^2+c^2)^{\frac{1}{2}} + (a^2+c^2)^{\frac{1}{2}}\right) = 2f(GL - PE + PB)$, ideoque totius cylindri BM vis $= 2f(GN - PK + PB)$. Q. E. I.

§. XVII.

Vim, qua ſphaera corpuſculum extra ſe verſus ſuum centrum vrget, determinare.

Quaeratur vis ſphaerae $BCDE$ (Tab. II. Fig. 8.) verſus centrum C attrahens P. Sit $BLDGM$ ſectio ad axim PE perpendicularis, ſphaerae radius $= r$, $CP = a$, $PO = PC - OC = b$, $PG = x$, $PD = PB = b + y$, et erit $OG = x - b$, $GE = 2r - x + b$. Cum $GE \times GO = BG^2 = BP^2 - PG^2 = (b+y)^2 - x^2 = 2bx + 2rx - x^2 - 2br - b^2$, erit $x = \frac{(b+y)^2 + 2br + b^2}{2b + 2r} = \frac{2b^2 + 2br + 2by + y^2}{2b + 2r} = \frac{2ab + 2by + y^2}{2a}$, ob $a = b + r$. Vis corpus P verſus planum $BLDM$ vrgens

vrgens est per §. XIV., $= 2f\,(1 - \frac{PG}{PB}) = 2f$ $(1 - \frac{2ab + 2by + y^2}{2a\,(b+y)})$, quae ducta in $dx = \frac{bdy + ydy}{a}$ est $\frac{fdy}{a}(2ry - y^2)$, cuius integrale $\frac{f}{a}$. $(ry^2 - \frac{1}{3}y^3)$ exprimit attractionem segmenti *OGBLDM*, cui cognita quaedam quantitas non deest, nam posito $y = o$, totum euanescit. Attractio igitur totius sphaerae quaesita est $\frac{4fr^3}{3a^2}$. Q. E. I.

Aliter.

Hoc problema resolui quoque potest ex §. XII. Nam concipiatur sphaera (*Tab. II. Fig.* 6.) composita innumeris superficiebus physice crassis, quarum radii ab $\frac{b-a}{2}$ vsque ad o diminuuntur, erit vniuscuiusque attractio $= \frac{(b-a)^2}{(a+b)^2}p \times d(b-a)$, cuius integrale $\frac{p\,(b-a)^3}{3\,(a+b)^2}$ est vis sphaerae exercita in corpus *P*. Q. E. I.

COROLL. I. Cum $\frac{4fr^3}{3}$ exprimat soliditatem sphaerae et a distantiam corporis attracti a centro, ergo attractio sphaerae est directe vt massa et inuerse, vt quadratum distantiae a centro. Hoc quo-

quoque facile per se patet, nam concipiatur omnis sphaerae materia in centro collecta, cum iam in anteriore, seu corpusculo *P* obuerso hemisphaerio *ORQ* particularum attractiones imminuantur in ratione reciproca duplicata distantiarum, sed in posteriori *RQE* augeantur in eadem ratione, vnum igitur alterum compensat, et attractio manet eadem, siue materia in centro collecta supponatur, siue minus, sed in priori casu *P* attrahitur in ratione inuersa quadrati distantiae a centro, ergo etiam in posteriori.

COROLL. II. Si *P* in superficie globi supponitur, hoc est, si $a = r$, erit $\frac{4fr^3}{3a^2} = \frac{4}{3}fr$, vnde attractio in hoc casu est directe vti radius sphaerae.

COROLL. III. Corpusculum *P* infra sphaeram solidam attrahitur versus centrum in ratione directa suae distantiae ab eodem. Nam fingatur vacuum centrale per *P* transiens (*Tab. II. Fig. 7.*), et corpus *P* a crusta *OPSEH* non sollicitatur (§. XIII.), ideoque in hypothesi pleni tantummodo a sphaera *PCS*, sed haec attrahit in ratione radii (coroll. praec.). Ergo.

COROLL. IV. Duae sphaerae, quarum massae M et *m*, distantia centrorum *D*, sese mutuo attrahunt vi proportionali τῷ $\frac{M \times m}{D^2}$.

COROLL. V. Cum corpus *P* attrahatur a sphaera in ratione inuersa quadrati distantiae a centro, et omnes quoque particulae sphaerae attrahant

P in

P in ratione inuersa quadratorum suarum distantiarum, attractio igitur totius et partium omnium conformis est. Hanc ob caussam legem stabilitam prae quauis alia a Creatore electam esse coniicit Cel. MAVPERTVIS.

§. XVIII.

Vim, qua conus rectus, basi parallele truncatus, attrahit corpus in centro sectionis constitutum, inuenire.

Quaeratur vis, qua conus truncatus *TCAB* (*Tab. II. Fig.* 5.) attrahit corpusculum in *T* situm. Sit $TF=x$, $FD=y$, $PT=a$, $PC=b$, $AC=c$. Vis plani $DE=2f\left(1-\frac{TF}{TD}\right)$ et vis coni truncati

$$TFDE\ 2f\int\left(dx-\frac{xdx}{\surd x^2+y^2}\right)=2fx-2f\int$$

$$\frac{xdx}{\surd x^2+\frac{x^2c^2+2ac^2x+c^2a^2}{b^2}}\text{ ob }\frac{(a+x)c}{b}=y.\text{ Adeoque}$$

$$\frac{xdx}{\surd x^2+\frac{x^2c^2+2ac^2x+c^2a^2}{b^2}}=\frac{bxdx}{\surd c^2+b^2x+2ac^2x+c^2a^2}$$

$$=\frac{bxdx}{\surd c^2+b^2\ \surd x^2+\frac{2ac^2x}{b^2+c^2}+\frac{c^2a_2}{b^2+c^2}}=\frac{b}{\surd c^2+b^2}\times$$

$$\frac{xdx}{\surd x^2+2nx+m^2},\text{ posito }\frac{2ac^2}{b^2+c^2}=2n,\ \frac{c^2a^2}{b^2+c^2}=m^2.$$

Sit

Sit iam $z \mp r = x$, erit
$$z^2 \mp 2zr \mp r^2 = x^2$$
$$2zn \mp 2nr = 2nx$$
$$m^2 = m^2.$$
Itaque; posito $r = -n$ habetur $z^2 \mp r^2 \mp 2nr \mp m^2 \mp x^2 \mp 2nx + m^2 = z^2 + g^2$, si supponitur $g^2 = r^2 + 2nr + m^2$. Quia $x = z - n$, erit $dx = dz$; ideoque $\frac{xdx}{\sqrt{m^2+nx+x^2}} = \frac{zdz}{\sqrt{z^2+g^2}} - \frac{ndz}{\sqrt{z^2+g^2}}$. Prioris fractionis integrale completum facile inuenitur $\sqrt{z^2+g^2} \pm A = \sqrt{x^2+2nx+m^2} - m$.

Vt integretur $\frac{ndz}{\sqrt{z^2+g^2}}$ ponatur $\sqrt{g^2+z^2} = g + qz$ ex qua aequatione eruantur valores quantitatum dz et $\sqrt{z^2+g^2}$ in q, et substitutione facta, inuenitur $\frac{ndz}{\sqrt{z^2+g^2}} = n\frac{2gdq\,(1+q^2)}{(1-q^2)^2} \times \frac{1-q}{g(1+q^2)}$, $= \frac{2ndq}{1-q^2}$, cuius integrale $= n\;l\,\frac{1+q}{1-q} = n\;l\,\frac{z-g+\sqrt{g^2+z^2}}{z+g-\sqrt{g^2+z^2}} = n\,l\,\frac{x+n-g+\sqrt{x^2+2nx+m^2}}{x+n+g-\sqrt{x^2+2nx+m^2}}$ cui pro correctione demendum est $n\;l\,\frac{n-g+m}{n+g-m}$.

Itaque $2f\int\left(dx - \frac{xdx}{\sqrt{x^2+y^2}}\right) = 2fx + 2f\frac{b}{\sqrt{c^2+b^2}}$ $\sqrt{x^2+2nx+m^2}+m+$
$$\left(-n\;l\,\frac{(x+n-g+\sqrt{x^2+2nx+m^2})\,(n+g-m)}{(x+n+g-\sqrt{x^2+2nx+m^2})\,(n-g+m)}\right).$$

Ex

Ex hoc valore, poſito $x = b - a$, prodit coni truncati vis attrahens in directione axis. Q. E. I.

SCHOL. $\frac{xdx}{\sqrt{x^2 + 2nx + m^2}}$ reduci quoque poteſt ad duas fractiones rationales $\frac{2z^2\, dz}{(n-2z)^2} - \frac{2m^2 dz}{(n-2z)^2}$, poſito $x + z = \sqrt{x^2 + 2nx + m^2}$.

§. XIX.

Adducta problemata generalius reſolui potuiſſent, poſita lege attractionis $D^{\overline{+n}}$, (ſignificante D diſtantiam, et n numerum quemcunque), ſed cum D^{-2} certiſſimo nitatur fundamento, (§. IV.) hoc ſuperfluum duxi.

Multa ad rem praeſentem pertinentia problemata heic praetereo, partim cum nonnulla ad talia differentialia deducant, quorum integralia nondum inueni, partim cum quorundam faciliores in poſterum ſperem ſolutiones.

LXX. ORA-

LXX.

ORATIO DE NVPERRIMIS CHEMIAE INCREMENTIS*).

La Chymie est imitatrice et rivale de la nature; son objet est presque aussi étendu, que celui de la nature même; cette partie de la physique est entre les autres ce que la Poesie est entre les autres genres de litterature; ou elle décompose les êtres, ou elle les revivifie, ou elle les transforme.

DIDEROT.

LITERIS artibusque liberalibus nihil est, quod genus humanum magis nobilitet. Nam sine animi cultu et institutione brutis animalibus hominem nulla re antecellere, exempla docent puerorum, qui destituti in desertis locis et siluis, procul a parentibus adoleuerunt. Hi rationis expertes, instinctu solo reguntur, eoque ad quaerenda

*) Hanc orationem b. Auctor coram Rege Sueciae in consessu publico Academiae Holmiensis, cum ab huius praesidio discederet, d. 12. Nov. a. 1777. recitauit. Exordium et perorationem omisimus, cum ad dicendi potius occasionem, quam ad rem ipsam spectent.

da alimenta, vitam propugnandam venerisque desiderium coeco quodam impetu ita feruntur, vt potius bruta animalia quam homines dicas. Qui, etsi opportunitate mentem excolendi carent, neutiquam tamen animi facultate carere existimandi sunt. Hanc enim, veluti praerogatiuam, auraeque diuinae particulam omni generi humano concessit summus naturae auctor, hac lege et conditione proposita, vt aliorum institutione ad suscitandam illam et informandam indigeamus. Idem loquelae facultatem nobis dedit, cuius beneficio cogitare, cogitataque cum aliis communicare possumus. His dotibus instructi naturam rerum inuestigamus, et ad sublimiores ideas animum traducimus, deumque esse, qui omnia moderetur, eius opera intuendo et meditando persuademur. Nulla alia re homo reliquis animantibus praestat; hac vna illorum imperium tenet, et ferocissima etiam, quibus corporis robore longe inferior est, ratione et consilio vincit. At, quem dominatum mentis cultu consecuti sumus, eundem illum socordia et ignauia nostra ita amittimus, vt brutis animalibus non modo nihil antecellamus, verum etiam ab iis robore, industria innataque sagacitate superemur. Quae quum apud animum cogito, nequeo satis mirari, vnum ex ingeniosissimis nostrae aetatis philosophis, nescio an errore, an noua et inaudita dicendi libidine ita deceptum fuisse, vt homines, quo remotiores sint a rationis artiumque vsu, eo propius a felicitate abesse contenderet. Qui si solum rationis abusum infamia notasset, nihil admodum haberem, quod contradicerem. Nam cupiditatem, ambitionem,

dibi-

libidinem ad turpiſſima quaeuis ingenium, tanquam ſcelerum inſtrumentum et ſatellitium, traducere, quis eſt, qui neſciat? At hercle veriſſimum eſt, vt aiunt, vſum abuſu non tolli. Praeterea virtus ſine aduerſitate campum, in quo ſeſe exerceat, non reperit, neque animi conſtantia et perſeuerantia, ſine flagitiorum illecebris recte probatur. Quemadmodum enim in picturis vmbrae id efficiunt, vt colores clarius diſtinguantur et magis promineant, ſic fere in vita hominum mala bonis extollendis et patefaciendis inſeruiunt. Eadem illa ratio, cuius abuſu in horridiſſimos errorum ſcopulos illidimur, prudenter adhibita difficultatibus nos expedit, et regiam veritatis viam nobis monſtrat. Ita autem comparata eſt vniuerſa rerum natura, vt nemo ſit tam ſocors tamque ad pulcritudinis ſenſum hebes et ignauus, quin vel inuitus ad eius ſummique mundi artificis admirationem trahatur et abripiatur; doctiſſimi pariter ac rudiſſimi in hac contemplatione, quo delectentur, quod mirentur, aeque inueniunt; et ſi qui ſunt tam miſera animi caligine et peruerſitate correpti, vt, quae vident, aegre ferant, et videre nolint, hunc tamen ſenſum nunquam penitus ex pectore euellere poſſunt. Scilicet ita nati ſumus, hancque legem nobis praeſcripſit ſummum numen, vt ſuorum operum peruestigatione Deum eſſe intelligamus, eumque pie veneremur; eo autem ſine rationis vſu et cultu haud magis quam reliqua animantia peruenire poſſemus.

Sed nolo diutius huic argumento inhaerere; intempeſtiuum enim foret, et ab hoc loco alienum,

si ea, de quibus nemo nostrum dubitat, pertractare vellem. Praeterea, quae ROVSSEAVUS aduersus rationis humanae dignitatem disputauit, ea magis, vt ingenii subtilitatem et eloquentiam ostentaret, quam vt animi sensa declararet et propugnaret, scripsisse videtur. Hoc potius officii mei ratio a me postulat, vt ex illa arte, quam profiteor, dicendi argumentum mihi sumam. Igitur apud animum constitui, de chemiae incrementis nonnulla disputare, ita tamen, vt breuitatis causa intra nostri aeui cancellos me contineam.

CHEMIA inter plurimas artes vetustate eminet; eamque Aegyptios populorum antiquissimos a primis inde temporibus exercuisse, qui veteres auctores legerit, nemo facile dubitat. Nulli autem operae Aegyptii pepercerunt, vt artem suam et peritiam celarent; qua re factum est, vt paucissima nec certa satis eius exempla ad nos peruenerint. Temporum lapsu antiqua gentis gloria paullatim euiluit, extinctis simul scholis rerum naturalium et philosophiae studio olim claris; et si verum est, quod vulgo perhibetur, tertio post Christum natum seculo, sacerdotum Aegyptiorum libros, Diocletiani iussu, igni traditos fuisse, nihil fere est, quod speramus, arcanam eorum disciplinam vnquam patefactum iri.

SVBSEQVENTE tempore Chemia cum aliis artibus hoc commune fatum experta est, vt ineptiis et superstitione fere opprimeretur. Neque mirum est, quae confuse vel contra veritatem cogitabantur, ea obscuris sensuque fere vacuis verbis expressa fuisse.

Intere-

Intererat praeterea ignorantium, abſtruſa dictione ea, quae ſcire ſibi videbantur, occultare. Iam auri cupiditas, velut contagione omnes corrumpebat, neque eos tantum, qui rerum naturam ſcrutarentur, verum etiam rudiſſimos quosque et ex plebe homines, qui eo procedebant dementiae, vt ex quibuslibet materiis, ne dicam quisquiliis, aurum omniumque morborum medicamentum et longaeuae vitae praeſidia fabrefieri poſſe ſomniarent. Ita ſcilicet fert humanae mentis imbecillitas, vt, quae maximopere quisque optat et flagitat, ea facile inuenire ſe poſſe mira credulitate ſperet. Hinc ſaepenumero accidit, vt ad leuiſſimos rumores paruique pretii inuenta, vehementer exultarent, artemque aurum et medicinam vniuerſalem parandi detectam eſſe iactarent.

Plvrimis tamen, quod cani apud Aeſopum, accidit, vt non modo auro optato non potirentur, verum etiam, quod paratum in loculis habebant, aurum, vano ridiculoque labore conſumerent. His fruſtrata ſpe ad incitas redactis nihil reliquum erat, niſi vt diuitiarum facile parandarum oſtentatione, ſimulataque arcanae artis peritia alios fallerent, lucrum ex aliena re facturi. Quae fraus, etſi nonnullis egregie ceſſit, tamen cum diu latere haud poſſet, effecit, vt ars illa aurifera, Alchemiae nomine ſuperbiens, paullatim in contemtum abiret et paſſim a rerum publicarum moderatoribus, ſeueris poenis indictis, proſcriberetur.

Si quis eſt, qui haec Chemiae incunabula parum honeſta eſſe exiſtimet, is velim cogitet, nihil

esse tam sanctum tamque egregium, quin hominum prauorum libidine et peruersitate aliquando polluatur et ad pessima quaeuis detorqueatur. Praeterea, si consideres, Alchemicos in re inutili quidem, sed tamen haud impossibili laborem collocasse, eamque tractando felici nonnunquam casu in egregia inuenta incidisse, excusatius illi delirasse et errasse videbuntur. Scilicet Chemia summis tantum labiis delibata fraudes vanamque iactantiam aluit, eadem ex plenis riuis hausta inanes mendaciorum nebulas ridiculaque somnia discussit.

Inevnte Seculo XVIto, cum puriore religionis cultu restaurato, noua lux literis artibusque liberalibus fulgere coepisset, Chemiam, etsi quodammodo ex veterno illo turpi expergisceretur, aliquantisper adhuc torpuisse dicas. Nostro demum tempore ars ista vtilissima ad illud vigoris honorisque fastigium, quo prouehi diu meruerat, escendit. Abiecit illa quidem ludicra magnificorum verborum crepundia, arcanaeque scientiae arrogantiam, nec aureos amplius montes promittit; at, quod longe maius est, naturam scrutari, medicinam illustrare, artesque et opificia iuuare, hoc est, quod vnice curat, quoque vnice gloriatur. Igitur, etsi aurum excoquere se indignum putat, viam tamen, qua illud a multis inueniri strenuaque industria comparari possit, sine inuidia et ambiguitate monstrat. In eo autem omnis Chemiae labor versatur, vt corporum naturalium elementa, quae sint, quo numero, quoque modo commixta sint, rimetur. Iam, cum corporum formae, quas vulgo

vulgo qualitates dicimus, ab elementorum natura et temperamento pendeant, facile apparet, quo accuratius ista explorentur, eo maiora commoda ab hominibus inde percipi.

ENARRATVRO mihi nouissimos Chemiae progressus opus est, vt in limine huius orationis moneam, duo esse genera corporum, in tellure obuia. Horum alterum idque vastissimum informe est et rude, particularum concretione efformatum, vasorumque et canalium alimenta vehentium structura plane carens; vt terrae, lapides, salia, metalla, aqua, aer, ignis, quae *inorganica* vulgo appellantur. Alterum genus, formarum immensa varietate distinguitur, et corpora comprehendit á natura ita fabrefacta, vt humor, qui alimento ipsis est, per minutissimos canales intus aduehatur et in partes singulas distribuatur. Huc pertinent plantae et animalia, quae *corporum organicorum* nomine vna complecti solemus. Iam ordiamur ab illis simplicioribus, quae organica structura carent.

TERRARVM lapidumque ingens numerus est, et ex his solida telluris pars consistit. Quorum notitia vt faciliori negotio compararetur, multi multum laboris consumserunt in systematibus construendis, quorum auctoritas, cum labili fundamento niterentur, paullatim cuiluit. Constantior vtique eorum systematum laus est, quorum ratio ab elementis lapidum et terrarum, naturae conuenienter ducta est. Sex autem sunt genera terrarum, quas *primitiuas* vocamus, cum natura sint diuersae, nec vllo modo, quantum nouimus, vel in simpli-

ciores resolui, vel speciem commutare queant. Terras dico, ponderosam, calcaream, magnesiam, argillaceam, siliceam, et nobilem gemmarum. Ex his vario numero et pondere inter se mixtis, varia lapidum et terrarum genera efformantur, quorum natura nostris temporibus ita inuestigata fuit, vt nonnullas arte imitari liceat, vt fluorem mineralem, silicem, ipsamque crystallum montanam. In his quidem ars a natura corporum istorum mole vincitnr, sed molis differentia, dum reliqua arti cum natura conveniant, negligi potest, nec obstat, quin speremus, artem aliquando eo perventuram esse, vt alia etiam praestet hactenus naturae soli reseruata.

Terrae, cum in maiores moles concrescunt, formas distinctas et perpetua quadam lege ordinatas saepenumero affectant. Iam, cum salibus proprium sit, in crystallos efformari, fuerunt, qui contenderent, materiam salinam inesse cunctis corporibus, crystallorum specie a natura praeditis. Neque negauerim, hactenus haec vera esse, cum per experimenta a nuperis curiose instituta admodum probabile sit, terras fere omnes de salium natura participare, et incertos vtriusque generis limites esse. At probe tenendum est, ad crystallorum formationem non semper opus esse solutione illius materiae, ex qua crystalli fiunt. Nam particulae corporum, dummodo satis subtiles sint, moramque in eodem loco nectant, qui attractioni mutuae fauent, saepenumero sponte compinguntur et in distinctas formas effinguntur. Hinc est, quod

videmus

videmus arſenicum, auripigmentum, aliaque corpora, quae ignis violentia in vapores reſoluit, cryſtallorum ſpecie ex ipſis vaporibus renaſci. Idem ſulphuri accidit, plurimisque metallis ſi a fuſione lente refrigeſcant. In his cryſtallorum veſtigia fere in ſuperficie apparent; profundiora quippe ipſo ſuo pondere diſtinctas figuras affectare prohibentur. Nonnulla metalla, ſi prius cum argento viuo copulata fuerint, in cryſtallos excreſcunt, neque diſſimile vero eſt, ſola coctione cum aqua idem praeſtari poſſe. Caeterum, cum tam inſignis ſit formarum cryſtallinarum diuerſitas, mirandum non eſt, multos in eo deſudaſſe, vt eas explicarent, et in varia genera diſtribuerent. Sed experientia nunc edocti, ſcimus plerasque cryſtallorum varietates a fortuitis quibusdam materiarum mutationibus naſci.

Accvratīvs perſpecta terrarum natura, longe quam antea facilius decernere poſſumus, quid commodi quaelibet earum in agricultura, aedium ſtructura, arte figulina et vitriaria, laterum coctura et ſ. p. praeſtet. Nolo de his fuſius exponere, ne tempus inutiliter conſumam; Veſtramque, Auditores, indignationem prolixitate nimia in me conuertam. Hoc vnum addo, lapidem illum memorabilem, quem *oculum mundi* vulgo nominant, nuper in matrice ſua repertum fuiſſe, et per experimenta conſtitiſſe, eum ad ſiliceum genus pertinere. Praeterea natura gemmarum, quibus ob fulgorem, et duritiem tam inſigne pretium ſtatuitur, vt ipſe Plinivs *rerum in arctum coactam maieſtatem* ingenioſe illas

E 5 appel-

appellauerit, ita nuper innotuit, vt eas aeque a silicibus ac inter se distinguere possis. Hoc vero plane singulare est, nobilem gemmarum materiam perinde ac aurum vbique variis corporibus immixtam esse, quamuis perpauca sint loca, eaque fere sub feruidissima mundi plaga, vbi in massas concreta gemmarum specie inueniatur. Docent etiam sumtuosa nonnullorum tentamina adamantem, quo durius nihil natura habet, modico igne, si aeri accessus detur, ita consumi, vt nihil ex eo supersit, cum reliquae gemmae ignis violentiam tam pertinaciter ferant, vt in ipso speculi ardentis foco liquari nequeant. Ipse etiam adamas in crucibulo operto, et luto circumlito ignem acerrimum diu impune fert, summa tamen eius vi comburitur, et fuliginosum quid acidumque aereum eructat.

Ad Chemiam perficiendam et promouendam exacta opus est cognitione salium, quorum quippe ministerio natura ad multa magnaque opera vtitur. Neque in his indagandis a nostrae aetatis philosophis cessatum fuit. Eorum enim studio et opera factum est, vt non modo de multis salibus, quorum nomina tantum et vsum veteres norant, quomodo, quibusque ex partibus procreentur, compertum habeamus, verum etiam noua salia ex suis elementis parare didicerimus. Inter acida haud pauca sunt, quorum natura nostro seculo vel accuratius determinata vel cum antea plane ignoraretur, inuenta et experiundo patefacta fuit. In minerali regno acidum fluoris mineralis, arsenici et boracis, in vegetabili et animali regno multa acida,

quae mox enumerabo, detecta fuerunt. Subtilissimum autem, idemque summae dignitatis acidum omnibus naturae regnis commune est. Quod cum sensuum fere omnium aciem fugiat, aeremque, levitate, pelluciditate et elasticitate mentiatur, *aeris fixi* nomen a multis tulit, quod tamen vix satis commodum videtur. Hoc autem plane singulare est in isto acido, quod idem saluberrimum sit animalibus et perniciosissimum. Atmosphaerae vbique inhaeret, ideoque *acidum aereum* dici potest; idem varia fluida facile subit, iisque gratam palato et titillantem aciditatem impertit. Vinum Campanicum, aqua pyrmontana, quidquid denique liquorum est fermentatione paratorum, huic acido aereo blandimenta sua gratosque stimulos debent; eo enim amisso, vapida fiunt, addito eodem, pristinam gratiam recuperant. Praeterea aduersus putredinem plurimum valet hoc acidum, quam non modo futuram arcet, verum etiam praesentem cohibet corrigitque: carnes enim putredine iam foetentes et fatiscentes, suaues firmasque et edules reddit; quod, si quis ante hos viginti annos se facturum pollicitus esset, eum fabulas narrare et incredibile portentum moliri omnes vno ore clamaturi erant. Ob hanc ipsam vim, qua putredini aduersatur, acidum aereum scorbuto, febribusque et ulceribus in putredinem pronis mederi repertum est. Ex aquis soteriis plurimae sunt, quorum salubritas nulli rei magis, quam acido aereo tribuenda est, quod aliis etiam materiis aquae admixtis vim et efficaciam, quae alias perexigua foret, largitur. Has ipsas aquas ars imitari didicit, magno eorum commo-

commodo, qui rei familiaris angustia, vel itineris taedio, vel denique temporis iniquitate a fontibus medicatis praecluduntur. Quod egregium artis inuentum etsi huc vsque in magnis vrbibus fere neglectum fuit, in prouinciis tamen multis mirabiliter profuit.

Qvod nonnullis visum est, acidum nitri ex aereo acido, huius phlogisto demto, nasci, id an recte statuerint, dies docebit. Prouocatur ad experimenta, quae huic sententiae faueant, sed ista vix sufficere videntur neque festinandum est iudicium, ne veritatis praesumtio errorem pariat.

Acida mineralia et alcalina salia natura sua tam simplicia sunt, vt quibus ex partibus conflata sint huc vsque determinari haud potuerit. Per experimenta tamen constat, acidum muriaticum pinguedine subtili onustum esse, vel potius phlogisto, quod diremta acidi compage in vaporem rutilum resoluitur, cuius natura ignoratur, nisi quod ex eo, cum phlogisto denuo copulato, acidum muriaticum restitui compertum habeamus. Multi sunt, qui existiment, acidum nitrosum nasci non posse, nisi phlogiston ei formando suppetat; huius tamen nulla vestigia in eo acido reperta fuerunt. Similiter, quod vulgo omnibus acidis inesse creditur, phlogiston, id, si ab acido muriatico discesseris, nescio, an in reliquis acidis experimentorum fide monstrari possit. Nam acidi nitrosi analysis nuper euulgata, parum veri habere videtur, cum grauis error in aeris nitrosi natura explicanda admissus fuerit.

In

In alcali volatili phlogiſton ineſſe multa eaque luculenta experimenta ſuadent. Phlogiſto autem abacto, ab alcali nihil ſupereſt, niſi vapor elaſticus, qui flammam extinguit, et ab aqua communi calcisque aqua non abſorbetur. Nondum tamen licuit ex hoc vapore, addito phlogiſto, alcali volatile reficere. Alcalia fixa repetitis per vices ſolutionibus et exſiccationibus eo adduci poſſe creduntur, vt in terram et aquam reſoluantur. At verum quidem hoc eſt, ex alcalinis ſalibus, vegetabili praeſertim, terram quandam illo artificio ſeparari, haec autem non ad alcali ipſum pertinet ſed ſilicea terra eſt, quam alcali caſu quodam fortuito ſibi iunxit. Caeterum alcalinis ſalibus phlogiſton ineſſe, ex eo facile apparet, quod acido muriatico dephlogiſticato nubunt, cum quo in ſalia neutra coniunguntur, illis, quae acidum muriaticum vulgare generat, ex aſſe ſimilia.

Nullus dubito, omnia corpora naturalia phlogiſti maiorem minoremue copiam continere. Quod ſi abundat, laxisque vinculis ligatum eſt, materiae inde generantur ignem facile concipientes, et combuſtioni obnoxiae. Ex his, quae acido tantum et phlogiſto conſtant, ſulphura vulgo vocantur, quorum diuerſa genera eſſe credibile eſt, etſi duo tantum explorata habemus: ſulphur vulgare et phoſphorum. Metalla ſulphuribus haud immerito annumerari poſſe deinceps oſtendam.

Ex oleis phlogiſton, acidum aereum et ignem artificio vario extricamus, quae elementa oleorum eſſe videntur, licet ex iis hactenus non poſſimus

oleum

oleum reficere. Subtilissimum oleorum, quae ex terra scaturiunt, naphtha vocatur, cuius tam largus prouentus est in Oriente, vt plenis riuis fontibusque profluat. Naphtha vetustate lentescit et in petroleum vel bitumen abit, quod cum calce lapidem suillum, cum argilla, schistum nigrum, lithanthraces et s. p. efformat.

Ambra et succinum ex oleo, terra, aqua et acido sui generis constant. De his, an vere ad regnum minerale pertineant, an vegetabilis prosapiae sint, ambigitur. Fluida aliquando fuisse manifestum est, cum saepius reperiantur, quae festucas, insecta, aliaque animalcula inclusa habent. Lignum nuper repertum fuit, cuius dimidia pars in succinum mutata erat. Non sufficiunt tamen haec omnia ad succini et ambrae naturam determinandam. Ambra ab odore, succinum a pelluciditate pretium habet. Fertur artem nonnullos calluisse, qua succinum, intemerata pelluciditate liquari posset; quod an verum sit vehementer dubito, etsi hanc artem, si inveniri aliquando posset, maximi faciendam esse probe intelligam.

Metalla reliqua corpora naturalia pondere superant: leuissima enim sexies, grauissima 20es aqua ponderosiora sunt. Ex his alia ductilia, alia fragilia sunt, qua in re diuersa vsus ratio posita est. Vndecim metallis, quae veteres norant, nostra aetas quatuor alia addidit; horumque recens inuentorum naturam Suecorum industria patefecit. Caeterum omnia metalla phlogisto constant, et terra sui generis, quae in variis metallis varia est. Has terras

recepta

recepta vulgo denominatione calcium metallicarum appellare solemus. Semper iis aliquantum phlogisti adhaeret, quod tamen ad metalli formam non sufficit. De arsenico albo notum est, acidum esse, quod soliditatem suam debeat phlogisto, cuius copiosiore accessu in regulum conuertitur. Igitur metallum ipsum, siue regulus arsenici, sulphur est, quod ignem etiam facile concipit, et flamma satis conspicua ardet. Quae cum ita sint, haud leuis est suspicio, alia etiam metalla similiter comparata esse, quamquam in his phlogiston cum acido arctiore vinculo copulatum est, neque ita ab hoc diuelli potest; vt, quae eius natura sit, determinare valeamus. Sperandum tamen est, hunc locum experimentis aliquando dilucidatum iri. Mirari autem conuenit naturae in acidis gignendis vbertatem et copiam; praeter illa enim acida, quae metallis quindecim hucusque indagatis inesse verosimile est, terras etiam primitiuas ex acidis aqua coagulatis nasci, haud temere suspicamur, quarzi argumento, quod ex eiusmodi miscela arte parari potest.

Ex his, quae hucusque proposui, facile apparet, si metalla vere ab arte formari possint, id nulla alia ratione posse fieri, nisi acidorum commutatione et phlogisti cum istis coniunctione. Phlogiston autem cum acido suo in quibusdam metallis tam firmiter cohaeret, vt ignis violentia in calces redigi nequeant. Horum, quae vulgo ob ignis patientiam nobilia dicuntur, tria numeramus, aurum, platinam et argentum. Hydrargyrus fere in medio nobilium et ignobilium metallorum consistit, et ab omni-

bus

bus reliquis in eo discrepat, quod minimo calore, qualis atmosphaerae esse solet, fluidus maneat.

Mvltvm laboris ab aetatis nostrae chemicis metallorum naturae, misceliis minerisque cognoscendis impensum fuit; vnde ars metalla explorandi, a se inuicem separandi, depurandi et fabricandi, maxima commoda et incrementa cepit. Praeterea hoc etiam chemicis debemus, quod varia metallis impune et sine sanitatis detrimento nunc vti possimus. Exemplo sit cuprum, quod vtilissimum alias metallum pro culinari tamen suppellectili minus salubriter adhibetur, cum non modo ab acidis, verum etiam a muria pinguibusque iuribus et oleis exedatur. Quod autem vulgo putant, omnem noxae metum tolli, dummodo vasa aenea stanni lamina obducantur, id credere vetat stanni venalis impuritas, eiusque adulteratio quae plumbo fit, metallo venenata indole et solubilitate cuprum ipsum superante. Igitur, si quod praesidium aduersus cupri virus a stanno petendum est, hoc oportet purissimum esse, et eodem fere modo, vt argentum, aurumque obryzum, probari. Sed longe tutius est recentiorum inuentum, quo ferrum inusta quadam vitri crusta aduersus rubiginem, acorumque mordacitatem muniunt; quod quin in cupreis etiam vasis fieri possit, nemo facile dubitabit. Si tamen in promtu sit lapis ollaris, hoc nihil esse scito, quod praestantiorem materiam lebetibus vasisque culinaribus praebeat.

Nvper in Sibiria res notatu dignissima et pene inaudita ab itineratoribus obseruata fuit. In summo montis praerupti vertice, nullibi in vicinia apparentibus

rentibus veterum metallifodinarum veſtigiis, ſolidam ferri maſſam, 1600 librarum Sueciarum pondere, deprehenderunt. Hoc ferrum ſpongiae inſtar, innumeris pertuſum eſt foraminibus, quae lapide, chryſolithum duritie, colore et habitu ad ignem aemulante, repleta ſunt. Mollitie ad ferrum cuſum ita accedit, vt ignitum pariter ac frigidum mallei ictus patienter ferat, vehementiori tamen igne fragile fiat. Praeterea ad acida et magnetem non aliter ſe habet ac ferrum puriſſimum. Nihil autem eſt, quod ſuſpiceris arte eliquatum eſſe; videtur potius naturae opus eſſe, ſingulare tamen et nullibi alias viſum. Iam cum noſtri homines diligentius quam veteres, montes igniuomos ſcrutati ſint, eorumque veſtigia perantiqua hominumque memoria, vt videtur, longe priora multis in locis deprehenderint, multis placuit, totam, quam late patet, telluris ſuperficiem ab igne ſubterraneo efformatam eſſe. Qua in re, etſi nimium opinioni tribuiſſe videntur, parum tamen abeſt, quin exiſtimem, ferrum illud, quod modo dixi, ſub terra ex mineris ſuis ſpontaneo quodam incendio eliquatum fuiſſe. Hoc enim nihil moror, nullas igniuomi montis reliquias in vicinis locis inuentas fuiſſe, quas quippe tempus obruere et euertere potuit.

Hactenvs de illis chemiae nuperioris inuentis expoſui, quibus rudior corporum inorganicorum natura illuſtratur. De ſubtilioribus iam videndum eſt. Aquam multi multimodis disquiſiuerunt eo conſilio, vt eius elementa cognoſcerent. At ſpe ſua iſti exciderunt: terra enim, quam vario artificio

aquae extorſerunt, non ipſius aquae pars fuit, ſed caſu admixta. Non tamen credendum eſt, aquam in ſe eſſe ſimplicem; ſaltim, dum fluida eſt, calorem ſibi iunctum habet tanta copia, vt 72 ad minimum gradibus thermometri Suecani menſuretur. Haec autem caloris vis aquae quaſi compedibus ita vincta et intricata eſt, vt in thermometro attollendo nihil valeat, donec abigatur: expulſo autem calore aqua in glaciem abit. Caeterum vero ſimile eſt, minimas aquae particulas ſolidas eſſe: fluidum enim vix mente concipere poſſumus, quin idem ſubtiliſſimorum ſummeque mobilium atomorum congerie eſſici cogitemus. An ſumma frigoris vi caloris appetitus fluidaeque formae facultas in illis aquae atomis pereat, nondum experimentis definitum eſt.

Tellvrem aer vndique ambit et amplectitur, animalium terreſtrium auiumque domicilium et vitae pabulum. Cuius tenuitas, etſi a ſenſibus fere remota eſſe videtur, chemicorum tamen induſtria non potuit ita ſe ſubtrahere, vt elementa quibus conſtat, rimari deſperaſſent. Nolo iam de humore atmoſphaerae, cuius copiam hygrometro determinare didicimus, neque de vaporibus in aere diſperſis fuſius exponere, cum ſatis ſit, de iis dicere, quae ad ipſius aeris naturam propius pertinent. Hic autem nullibi ſimplex eſt, vel, vt dicunt, homogeneus, ſed triplici partium diuerſarum connubio efficitur. Inter has copia abundat reliquasque ſuperat aer, neque animalium vitae neque flammae alendae idoneus; qui ſi ſolus aliquando terrae incumberet, futurum eſſet, vt animantium vita, ignisque omnis

pro-

protinus extingueretur. Hunc aerem, noxium vel mephiticum dicas. Vt autem nociua eius vis frangeretur, aerem purum natura intermiſcuit, qui quartam vel tertiam atmoſphaerae partem efficit. Hoc ſolo vita ſuſtentatur, neque praeter eum animantibus ſpiritus facultas datur. Tanta vero eius eſt vis et ſalubritas, vt perexigua copia mephitico illi aeri admixtus ſuffocationis periculum auertat, vel certe differat. Idem ignem alit, et languentem remoto omni aere mephitico ita refocillat, vt mirum quantum augeatur et inſolito ſplendore effulgeat. Vnde apparet, niſi in atmoſphaera mephiticus aer abundaret, euenturum fuiſſe, vt ignis puro aere ſufflatus omnia communi incendio conſumeret. Quod ſupereſt in atmoſphaera ſpatii, ab acido aereo occupatur, cuius tamen tantillum eſt, vt vix $\frac{1}{16}$ totius maſſae efficiat. Iam ſupra monui, acidum aereum in ventriculum et inteſtina ſuſceptum ſalutari vi pollere; idem vero reſpirationi adeo non idoneum eſt, vt potius violenta nece perimat, ipſaque vitae momenta ſufflaminet. Notum eſt, muſculos animalium, acri ad ſtimulos ſenſu, ſeu irritabilitate vulgo ſic dicta praeditos eſſe, quo fit, vt irritati ſubito conuellantur. Quae vis, etſi alias aliquot horis a morte in cadauere ſuperſtes eſt, in illis animalibus, quae acidum aereum ſuffocauit, confeſtim ita extinguitur, vt cor ex calente adhuc corpore exſectum acerrimos etiam ſtimulos plane non ſentiat. Hinc manifeſto apparet, acidum aereum irritabilitatem totius corporis intercipere, licet a pulmonibus tantum hauriatur.

Dixi purum aerem plerumque non nisi quartam partem aeris atmosphaerici efficere, et hunc fere eo salubriorem esse, quo plus aeris puri habeat. Iam, cum perutile videretur, mensuram inuenire, qua aeris salubritas definiri posset, instrumenta et apparatus, quibus hoc satis commode fit, a nuperis excogitata sunt. Eorum ope cognouimus aerem sub dio puriorem esse eo, qui conclauibus aedium continetur, in ipsis autem habitaculis eo vitiosiorem esse, quo magis aer, qui foris est, excludatur, et in angulis nocentiorem aerem, quam in media parte conclauium respirari.

Aer multum etiam valet in morborum decursu et curatione. Vulnera in corrupto aere non modo non sanantur, verum etiam computrescunt. Contra acidum aerum, etsi alias spiritum praecludit, tamen a morbidis pulmonibus tam commode fertur, vt eos etiam sanet. Sed in hac pulmonum medicatione cautum esse oportet; dum enim vlcera purgantur, pulmones paullatim ab acido aereo vellicantur et male afficiuntur. Praeterea tenendum est, acidum aereum medicamenti loco non adhibendum esse, nisi prius per aquam transmissum, istaque lotione ab omni peregrino acido liberatum fuerit. Neque sincerum haurire conuenit, sed aere communi ita temperatum, ne pulmones laedat.

Videtis, Auditores, quid Chemia in declaranda aeris natura praestiterit. Neque tamen hic finis laborum fuit. Altiora iam meditatur ars nobilissima, rerumque occultissimarum ipsoque aere subtiliorum inuestigationem molitur. Quod omnibus olim impossibile

poſſibile et fere temerarium viſum fuiſſet, caloris lucisque materias diſſoluere, earumque elementa diſcernere, id hodie, non ſine ſpe votis potiundi machinamur. Multa ſuadent, calorem ex aere puro cum phlogiſto intime iuncto, naſci, phlogiſti autem numero aucto, lucem, omnium rerum ſubtiliſſimam generari. Ignis tum videtur produci, quando corpora combuſtibilia ſubitaneam aeris puri iacturam patiuntur eoque a phlogiſti connubio diuulſo violenter deſtruuntur. De his autem cum breui oratiunculae ſpatio perſpicue diſputari nequeat, plura proferre nolo.

Svperest, vt exponam, quid Chemia ad dilucidandam corporum organicorum naturam contulerit. Iſtorum vero compages intricatior eſt partibusque magis inter ſe diuerſis conſtat, quam inorganica illa corpora, de quibus iam diſputaui. In duas claſſes vulgo diſtribuuntur, quorum altera animalis, altera vegetabilis regni nomine deſignatur. Age iam de vegetabilibus primo loco diſpiciamus. Ex his ignis tortura praeter aquam, aer fixus, etc. praeterea acidum aliquod, et alcali, ab origine vegetabile dictum, obtinemus. Nonnullis etiam alcali volatile et minerale ineſt. Exprobratum fuit Chemiae, haec eadem elementa ex omnibus plantis, diuerſiſſimis etiam, pariter ſegregari poſſe. Quod etſi aliquam veritatis ſpeciem habere videtur, ſi omnis plantarum inueſtigatio igne abſoluatur et deſtillatione, neutiquam tamen eam vim habet, vt ea, quae ſic eliciuntur, vera elementa non eſſe cogat. Nam praeter ignem in plantarum ana-

lysi aliis vtimur instrumentis et adminiculis, quae genuina et intemerata elementa secernuut. Eius modi sunt salia plantarum propria, quae essentialia dicuntur, tartarus, saccharum, sal acetosellae etc., praeterea spiritus rector, quo nomine subtilem odoris plantarum materiam, oleosam fere vel vaporosam et inflammabilem insigniunt, olea aetherea et pinguia, resinae, amylum, materia glutinosa, sexcenta alia. De his singulatim hoc loco exponere intempestiuum foret; nonnulla tantum exempla proferam. Multa eademque diuersissima acida plantis insunt, ex quibus tamen pauca sunt, quorum naturam probe perspectam habemus. Alcalia vegetabile et volatile combustione vel putredine ex plantis generari, vetus quidem est opinio, sed falsa; experimentis enim nunc constat, ista salia plantis, antequam comburantur, vel putrescant, inhaerere. Notum est saccharum, nisi aqua calcis temperetur, in formam crystallinam redigi haud posse. Hinc multis visum est, calcem in saccharo cocto restare, eique omnem sacchari vim in corpus humanum tribuendam esse. Sed nihil est, quod calcem accusemus; nam chemica analysi discimus, ne minimam quidem illius moleculam in saccharo bene cocto superesse. Caeterum saccharo acidum singulare inhaeret, quod arte segregari potest.

Ex America australi nuper accepimus succum vel lacrymam, arboris Heueae, ab Avbletio sic nominatae, progeniem. Resina elastica vulgo dicitur. Hanc enim nihil elasticitate superat, tantaque eius est tenaccitas et formae obsequium, vt barbari sibi

lagenas,

lagenas, ocreas, calceos etc. inde parent. Calceis praesertim aptior materia nulla est, cum pedi commode sedeat, et humorem constanter arceat. Si arbor, ex qua haec resina stillat, in Europam transferri nostroque coelo adsuescere posset, magnum profecto lucrum facturi essemus. Tenuis enim huius succi lamina optimam telam ceratam, cum ponderis leuitate tum firmitate et perenni fere vsus commoditate antecellit. Quapropter, si tanta eius copia suppeteret, vt penulae et ocreae inde parari possent, certissimum haberemus praesidium, quo integri exercitus a morbis ex statione paludosa et tempestate pluuia oriundis vindicari possent. In Gallia nuper, regis iussu, quaesitum inuentumque fuit artificium, quo liceat hanc resinam elasticam, salua eius tenacitate in alias atque alias formas transfundere. Hoc vero praestat aether vitrioli, cuius ope iam id effectum fuit, vt specilla egregia chirurgis ex resina elastica parentur. Hoc tantum dolendum est, menstruum, quo soluitur illa resina, nimis magno pretio constare, ideoque ad laborem in magna mole suscipiendum vix idoneum esse.

De vegetabili regno quod dicam, hoc vnum superest; in eo multa, quae alias minerali regno propria sunt, deprehendi, terras scilicet elementares, acida mineralia, et alcali fossile.

Animalia ex aliis materiis constant. Pauca in hoc genere acida sunt, sed admodum notabilia. Ex formicis, teterrima agrorum hortorumque peste, Chemia acetum excoquit palato gratissimum, et ex phosphori acido phlogisti admixtione sulphuris

quoddam genus paratur, ignis ita auidum, vt aquae immersum in obturatis vasis seruari debeat, ne spontaneo incendio consumatur. Idem splendida luce in tenebris fulget, eaque facultate philosophis experimentorum, vafris autem hominibus fraudis terrorumque ludicrorum materiam praebet. Ex calce et phosphori acido, durissimae animalium partes, ossa, dentes, cornua, vngues, et coria insectorum constant. Acidum sacchari, de quo supra dictum est, in animalium etiam corporibus passim repertum fuit. In renibus et vesica morbi opportunitate calculi generantur, dolorum acerbissimorum causae. Hos olim ex calcarea terra fieri creditum fuit, non satis manifesta talis opinionis ratione, cumque appareret, eos cum acidis non efferuescere, pro gypso habiti fuerunt. At vix centesima ponderis pars calcarea est. Accuratiori vero examine apparuit, calculos istos ex acido sacchari et muco concrescere; vnde et originem et medicamentum tanti mali aliquando inuestigatum iri speramus, si sedulo nec festinanter in via iam munita procedatur.

Animalia a natura vario pinguedinis genere instructa sunt, sebo, adipe, vnguine, lardo, cera, aliis. Adeps et sebum multa cum oleis pinguibus commune habent. Cetorum autem pinguedo et sperma ceti ab illis haud parum differunt. Ex hoc adipe quem vulgo sperma ceti, sed perperam dicunt, candelae finguntur eximiae. Nuper autem ars inuenta fuit, hactenus arcana, qua ex cetorum pinguedine sperma ceti excoquitur, quae si aliquan-

do

do diuulgabitur, haud mediocrem vtilitatem rei familiari et domesticae afferet. Denique solidis animalium partibus, tenuis pinguedo intermixta est, quae, chemica administratione separata et depurata, aetheri quodammodo similis est, oleique animalis nomen gerit. Pro mucilagine, qui plantis inest, animalia gluten habent.

Alcali volatile per totum regnum animale tam late dominatur, vt ei proprium esse et originem debere fere persuadeamur. Neque prorsus abest ab hoc genere corporum alcali minerale et vegetabile, quamquam perexigua eius copia est.

Vt nihil reliquum facerent, quod ad rem pertineat, Chemici lactis etiam, casei, butyri, sanguinis aliorumque humorum animalium naturam, multiplici experimentorum cura inuestigarunt. Haec tamen in praesentiarum eo magis a me omittenda esse censeo, quo plura adhuc desiderantur ad illorum tentaminum vsum et commoditatem medicinae inprimis praestandum.

Qvae hactenus proposui chemicorum inuenta, proxime tantum rerum principia declarant. Remotiora longe difficilioris sunt indaginis, primaque elementa fere ignorantur. Tentatum quidem a multis fuit horum numerum et indolem definire; sed cum ratiocinationibus magis quam experimentis sententiam suam illi superstruxerint, mirum profecto non est, litigandi materiam hinc exortam esse. Alii enim vnum rerum principium esse putant, alii duo, tria, quatuor vel quinque elementa statuunt. Actum agere mihi viderer, si haec phy-

ſicorum placita ſingulatim excutere vellem, plerorumque enim inconcinnitas ſponte, me etiam non monente, intelligitur. Illos tamen a veritate proxime abeſſe puto, qui duo elementa eſſe volunt, alterum terreſtre et iners, alterum igneum et actuoſum, ex quibus diuerſo modo et numero coniunctis principia ſecundaria, et ex horum commixtione corpora naturalia generantur. Ego vero opinionibus non tantum tribuo, vt haec omni dubio ſuperiora eſſe exiſtimem. Nam terreum illud principium ſemper vnum idemque eſſe ex analyſi chemica neutiquam apparet, certe, ſi in iis, quae ſenſibus patent, ſubſiſtendum eſt, ſtabili argumento aſſeri nequit. Et profecto, nihil certo affirmari poteſt, niſi quod experientia magiſtra cognouimus; quae autem a ſenſibus remota ſunt, ea coniectura tantum aſſequimur. Alterum autem elementum, quod actuoſum dicunt, non poteſt lucis materia eſſe; haec enim non ſimplex eſt, ſed ex diuerſis partibus mixta. At phlogiſton, quod luci ineſt, rectius ob ſimplicitatem elementum dixeris, cum vbique vnum et idem eſſe videatur. Huius tamen natura tam recondita eſt et ſubtilis, vt ſeorſim colligi et explorari nequeat; ideoque in eo tantum opera noſtra verſari poteſt, vt illud ex alio corpore in aliud transmittamus, licet ne ſic quidem ab omni errore ſatis tuti ſimus, cum ſaepe contingat, vt corpora mixta viribus inſtructa ſint, quibus principia eorum carent.

Operationvm chemicarum vis et ratio noſtro aeuo liquidius ac olim perſpicitur, eoque factum

eſt,

eſt, vt vaſa et inſtrumenta aptiora iam habeamus. Etſi vero menſura, qua violentiſſimi ignis gradus definiri poſſint, hactenus deſideretur, minores tamen caloris gradus haud difficulter computamus. Et hoc recens inuentum eſt, ponderis augmenta, quae paſſim in corporum analyſi vel commixtione obſeruantur, aeſtimare, et ad ſuas cauſſas referre.

Veteres chemici plerumque ad inueſtigandam corporum naturam igne vtebantur, et via ſicca, vt aiunt, omnia moliebantur. Quod cum facerent, fieri non potuit, quin ignis violentia corporum principia proxima modo diuellerentur, modo in nouas formas coaleſcerent, et vtrinque obſeruatoribus imponerent. Magis ab errore ſibi cauent noſtrae aetatis chemici, varia menſtrua ſimul adhibendo, quorum vis ea eſt, vt materiae diuerſae a mutua cohaeſione diuellantur. Quicquid agit chemia, ſiue diſſoluat corpora ſiue permiſceat, affinitate, quam electiuam dicunt, nititur, cuius modi et conditiones paullatim ad liquidum perduci incipiunt. Erant olim, qui putarent, hanc affinitatem plurimum valere inter corpora eiusdem indolis; hoc autem aliter habere multa recentiorum experimenta docent. Alii irrito conatu doctrinam de affinitate et attractione impugnarunt, quorum argumenta non modo hanc doctrinam non ſubuertunt, verum etiam firmant et roborant. Nonnulli autem tam peruerſo ſunt ingenio, vt malint res euidentiſſimas abſurde interpretari vel adeo negare, quam a ſuis opinionibus diſcedere. At enimuero experimenta et facta colligi oportet, quibus ad cauſarum intelli-

intelligentiam ducamur; nec inutile eſt, ad hypotheſes confugere, ita tamen ne pertinaciter illis inuita veritate adhaereas. Caput autem rei eſt, ea, quae fiunt in rerum natura, eorumque viciſſitudines et modos, omni, qua fieri poteſt, cura et ſolertia obſeruare et in arte excolenda ita verſari, ne inconſulto et temere tentando et periclitando tempus inutiliter teras, neque opiniones vanas absque ratione conſtruas. Opinio enim ſi altius animo inſedit, cogitationem omnem ita inuertit, vt, quae velis videre, videas, praetereaque nihil: mentique tunc idem fere accidit, quod oculo, qui perſpicillo colorato armatus non veros rerum, ſed aduentitios perſpicilli colores videt.

Analysis corporum ſyntheſi probatur et confirmatur. Dixi multa corpora ex tribu eorum, quae inorganica audiunt, arte naturam imitante confici poſſe. Quod, an cum organicis etiam corporibus fieri poſſit, vehementer dubito, imo etiam deſpero. Nam ſi elementa eorum perſpecta habemus, hoc vnum tamen non ſufficit; cum in corporibus organicis praecipuum ſit compages et ſtructura peculiaris, quam ars imitari nequit, natura autem vno tantum modo perficit. Veteres quidem fortuita quadam et coeca atomorum coagmentatione, quam generationem aequiuocam dicebant, plantas exiguas et animalcula exigua efformari putabant; ſi autem argumenta quibus hanc ſententiam exornabant, paullo accuratius ponderes, facile, haec mera eſſe ſomnia, intelliges. Enimuero certiſſimum eſt, nihil inter viuentia eſſe, quin a ſui ſimilibus ex ouo vel

ſemine

ſemine generetur, quaeque ſimpliciſſima nobis videntur, non minus ac illa animantia, quorum ſtructura artificioſiſſima eſt, communi generationis legi ſubiecta ſunt.

Habetis Auditores, adumbrationem incrementorum, quae chemia, noſtrorum hominum ſtudio inde ab huius ſeculi initio cepit. Quae ſi plena imagine repraeſentare vellem, liber integer ſcribendus mihi eſſet. Plurimum autem noui attulerunt, qui proxime effluxerunt viginti anni, tum inſtrumentis chemicarum operationum perfectius elaboratis, tum maxime inuentis praeſidiis et adminiculis, quorum ope corporum compagem et mixtionem ita rimamur, vt omnem ſpem et opinionem, quam veteres de rerum natura conceperant, ſuperaſſe videamur. Multa autem imo innumera reſtant, quae hucusque ignorantur: natura enim ſimilis eſt libro immenſo et lingua literisque ignotis ſcripto, cuius paucas tantum paginas, experimentorum et obſeruatorum ope legimus, contextum omnem vix vnquam intellecturi ſumus. Pauca illa, quae tenemus et perſpicimus, Deum eſſe, qui ſapienter omnia gubernet et moderetur, luculenter demonſtrant, ſimulque in humani generis vtilitatem ita cedunt, vt nihil in iis infructuoſum putari poſſit, nihilque in tota rerum natura ſit, quod praemia laboris indagantibus non afferat. Saepenumero, quae ab initio exigui pretii eſſe viſa ſunt, vlteriore cauſarum inueſtigatione et comparatione cum aliis inuentis, eximium fructum foenerarunt. Nemo tamen ſperet, tanta commoda ſine labore et moleſtia redimi

poſſe,

posse. Quo profundius enim in naturae labyrinthos intramus, quo pertinacius in corporum dissolutione pergimus, eo maioribus difficultatibus impedimur, tantaque est principiorum vltimorum subtilitas et tenuitas, vt sensibus se subtrahant, nec sine peculiari artificio et instrumentorum apparatu cognosci queant. Ad haec autem inuenienda et excogitanda magna opus est sollertia, constantia, patientia et animi contentione: praeterea instrumentis idoneis, otio, et moderatione, ne iudicium temere festines. Quae, etsi magna sunt et ardua, labore tamen indefesso vincuntur; neque metuendum est, ne nostrae aetatis homines laboris difficultate et taedio ab eo continuando absterreantur. Ex quo enim intelligi coeptum est, quantum commodi chemia, medicinae, rei domesticae, militari et metallicae, omnibusque fere artibus et opificiis afferat, vix potest fieri, quin illi, qui ingenio ad naturae studium apto praediti sunt, in excolenda arte vtilissima et iucundissima pergant et nulli laboris, sumtuum, temporis ipsiusque sanitatis impendio in re quaestus vberrimi parcant. Atque haec via est, praeter quam in artibus vltra mediocritatem procedere non licet. Nullus enim, certe exiguus et incertus corporum vsus est, nisi, quae sit eorum natura, quae compages, probe perspectum habeas. Qui vero temere et imprudenter artes tractant, in grauissimos errores incurrunt, ex quibus, cum caussas rerum nesciant, se expedire vix possunt.

INTER

Inter varias ſcientias vtiliſſimas, quae ab Academia Regia Suecica coluntur, non infimus locus Chemiae deſtinatus eſt, quae quantum noſtris hominibus debeat, exterorum iudicia manifeſto docent. Equidem, ſi de me dicere licet, in me ipſo ſaepenumero expertus ſum, quantum Chemiae ſtudium apud hanc illuſtrem Academiam valeat. Quod enim honorificentiſſimo Veſtro iudicio in numerum Veſtrum, Sodales Ampliſſimi, adſcriptus ſim, quod praeſidis munere per hoc trimeſtre condecoratus fuerim, non meum eſt, ſed Chemiae, artis vtiliſſimae, meritum. Ego vero, cum verbis, quibus gratiſſimi animi ſenſa exprimere poſſim, deſtituar, in eo, quantum per infirmam valetudinem licet, allaborabo, vt artis, quam profiteor, indefeſſo cultu, Academiae votis reſpondeam, meque loco meo non plane indignum eſſe demonſtrem.

LXXI.

LXXI.

OBSERVATIONES MINERALOGICAE.*)

Nata eſt ars ab experimento.

QVINTILIAN.

§. I.

Inter corpora foſſilia multa ſunt, quae a maioribus noſtris vel plane ignorata, vel inſufficienter et perfunctorie explorata, noſtrorum hominum ſollertia aut inuenit aut accuratius et naturae convenientius inueſtigauit. Sic vero illa pars hiſtoriae naturalis, quae de foſſilium natura agit, quaeque, niſi principia illorum corporum perſpecta habeas, manca et propemodum nulla eſt, magnopere aucta et locupletata fuit. Equidem, vt theſauro illi obſeruationum mineralogicarum de meis aliquid adderem, nonnulla foſſilia nuper inuenta et in ſyſtematibus vel omiſſa hactenus vel loco minus idoneo deſcripta chemica arte diſquiſiui. Quid hoc labore cognouerim, iam proferam, ita vt a prolixa artificiorum et praeſidiorum, quibus vſus ſum, deſcriptione abſtineam, de quibus quippe in opuſculis meis paſſim ex inſtituto expoſui.

§. II.

*) Vid. Nou. Act. Acad. Suec. a. 1784. Vol. V.

§. II.

In *Sciagraphia regni mineralis* monueram, terram ponderosam hactenus nullibi inuentam esse, nisi spati ponderosi forma acidoque vitrioli junctam. Suspicabar autem, hanc terram aliquando in acidi aerei vel calcis aliarumue terrarum connubio inuentum iri. Quod coniectura tum praeceperam, obseruatio spe mea citius confirmauit. Nuper enim Cl. Withering, Anglus, terram ponderosam cum acido aereo in solidum lapidem concretam prope Leadhill in Scotia repperit. Hujus lapidis frustum 6¼ Lothonum pondere Blackius V. Cel. per Cl. Schwediaver nuper mihi misit, cum quo experimenta jam enarranda institui. Formam habet segmenti sphaerici, partibusque constat crystallinis ex communi centro diuergentibus et ita concretis, vt in extrema tantum superficie a se inuicem paullulum distent. Eandem fere partium coagmentationem in aliis etiam fossilium generibus, praesertim in Zeolithis, passim obseruamus. Crystallorum figura manca est, cum sibi inuicem arcte appositae sint, seque mutuo comprimant. Nonnullae tamen in supremo apice prismata quadrilatera obliquangula referunt. Aliae albidae sunt et pellucidae, aliae cinereae et fere opacae.

In illo frusto quod coram habeo, terra calcarea praeponderat, huius enim 92, terrae ponderosae 8 tantum partes in centumpondio inveni.

§. III.

In *Lorenz Gegentrum*, quae metallifodinarum Freibergensium pars est, ante hos viginti et

quod excurrit annos lapis cryſtallinus effoſſus fuit ſingulari modo conformatus. Saxonibus dicitur *Stangenſpat.* A Cel. Titio, muſei Dresdenſis praefecto, pulcherrimum accepi huius foſſilis ſpecimen, quod quadrantem vlnae longum quinque pollices latum et $2\frac{1}{2}$ pollices altum eſt. Conſtat ex cryſtallis tota ſua longitudine ſtriatis et confertim cumulatis. Ex his nonnullae tres pollices longae, et tres lineas latae ſunt; angulorum autem ordo determinatus adeo non in iis conſpicitur, vt potius ex radiis parallelis concretae eſſe videantur, quale plumbum aeratum fere eſſe ſolet. Opacae ſunt et albae, ſi excipias nonnullas maculas rubiginoſas, quae tribuendae ſunt quarzo cryſtallos in vicinia ſaxi, quod eas in cuniculo ſubterraneo progenuit, operiente. Cl. Romé de l'Isle in nuperrima Cryſtallographiae ſuae editione T. I. p. 160. hoc cryſtallorum genus breuiter deſcripſit.

De natura huius lapidis varia fuit variorum opinio, aliis ad Schoerli, aliis ad Spathi ponderoſi genus illum trahentibus. Quae lis cum ſola formae externae obſervatione componi haud poſſet, a Chemia auxilium petii, eiusque ope didici, ex terra ponderoſa et acido vitrioli cryſtallos iſtas conflatas eſſe. In explorandis autem eiusmodi lapidibus ſic fere, ſiquid video, operandum eſt. Singulis partibus ſpati ponderoſi addito partes $2\frac{1}{2}$ ſalis alcalini vegetabilis puri et nullo acido vitriolico inquinati. Haec ſingula ſeorſim conterito, et mixta deinceps teſtaeque amplae indita ſub fornice fictili, igne forti vrito, caute tamen, ne liquentur teſtamque erodant. Tum

miſcelae

miſcelae ab igne remotae et frigefactae aquam adfundito; quae eluat ſal alcalinum acido vitriolico ſpati ſub ignitione coniunctum et in tartarum vitriolatum nunc conuerſum. Quod ſupereſt a lotione, eſt terra ponderoſa aerata, acido nitroſo ſolubilis formamque cryſtallorum rhombearum affectans. Si in addendo ſale alcalino nimis parcus fueris, haud parum ſpati ponderoſi immutatum reſtitat. — Hoc artificio vſus, ex 100 partibus ſpati illius Saxonici 90 fere partes terrae ponderoſae aeratae et purae obtinui. Caeterum, cum ſpatum iſtud cum alcali fixo tererem, nullum alcali volatilis odorem ſenſi; quem cum obſeruauerit Wieglebivs, credibile eſt, caſu fortuito id contigiſſe.

§. IV.

Ante aliquot annos Cel. Leskivs, tunc temporis Profeſſor Lipſienſis, minerae plane ſingularis Altenbergenſis ſpecimen dono mihi miſit. Haec duplici lapidis genere conſtat, altero opaco et albo, altero obſcure colorato, et nitente. Quod album eſt, columnarum formam habet, quae lapidem transuerſim ſecant, et ſegmentis rhomboidalibus in ſummo apice paſſim prominentibus cryſtallorum ſpeciem mentiuntur. Sed cryſtallos veras non eſſe ex ipſa forma apparet: columnarum enim diameter in ſingulis alias latior alias contractior eſt. Diffractae huc illuc plana nitida, ſpatoſam texturam nullibi oſtendunt. Mediam partem nucleus priſmaticus occupare videtur. Albus ille lapis omnes nigri intercapedines explet. Chalybi alliſus ſcintillas edit. A nonnullis pro Schoerlo albo habi-

tus fuit; sed per experimenta mea cognoui, centum eius partibus, 52 argillae purae, 46 terrae siliceae albae, 2 aquae partes, calcem vero nullam inesse. In Schoerlo autem calx nunquam deest. Quae cum ita sint, album illum lapidem argillae genus esse existimo.

Sqvamosa minerae portio, particulis variae magnitudinis constat. Aliae trium quatuorue linearum longitudinem habent, aliae tam exiguae sunt, vt oculos fugiant. Figura rhomboidalis esse videtur, superficies in aliquibus transuersim plicata vel rugosa. Pleraeque indiscriminatim coaceruatae sunt, nonnullae tamen, vt in caryophyllite Cronstedii, albas massulas corollarum instar cingunt. Minutissimae squamulae particulis albis intermixtae sunt. Color obscurus est, si tamen lapide inclinato oblique obtuearis, argenti nitorem refert. Analysi chemica ex centumpondio huius materiae 40 terrae siliceae, 5 magnesiae purae, 46 argillae, 9 calcis magnesii ferruginosae obtinui. Hinc apparet micae hoc genus esse. Caeterum mirari conuenit albam materiam, quae a mica cingitur, ferri et magnesio plane carere.

§. V.

Cronstedivs, cum Zeolithum ab omni alio lapidum genere differre vidisset, terram peculiarem et sui generis ei inesse credidit, eamque pro simplici et primitiua, vt aiunt, habuit. At falso sic statuisse Virum optimum experimenta nuperorum docent, quibus constitit, Zeolitho terram siliceam, argilla-

argillaceam et calcaream inesse. Praeterea Cronstedivs nullum Zeolithi genus norat, cuius duities scintillis ex chalybe elidendis sufficeret; nunc autem duo huius lapidis genera longe duriora innotuerunt, quorum naturam iam expediam.

Ex his nouiter inuentis Zeolithi generibus alterum a Cel. Gyllenhall, rerum metallicarum praefecto, in strato saxi trapezii ad Mösseberg in Westrogothia repertum fuit. Hic lapis, steatitis instar, saxo trapezio superstratus est, eiusque rimas explet, in nodulos passim paruosque globos, textura striata, figuratus. Alicubi segmentorum sphaericorum forma reperitur. In nonnullis locis tenues tantum strias refert. Fractura alias radiata alias aequabilis est, color cinereus ferruginoso mixtus, sine vllo nitore. Ex chalybe lapis iste scintillas excudit, igne tamen, vt Zeolithi solent, tubo ferruminatorio adhibito, liquatur. In centumpondio 69 terrae siliceae, 20 argillae, 8 calcis purae et cum nullo acido aereo iunctae, 3 aquae partes habet.

Alterum Zeolithi genus nunc describendum colore pulcre viridi flauescente praeditum est. Repertum fuit in metallifodina Aedelforsensi, sed parca copia. Ex duobus eius frustis, quae coram habeo, alterum pugni magnitudinem habet, et quarzum forma ita aemulatur, vt peritissimos etiam fallere haud difficulter possit. In altero ex globosa et nodulosa superficie Zeolithi natura apparet. In eius centumpondio 64 terrae siliceae, 18 argillae, 16 calcis purae, 4 aquae partes deprehendi.

 Ex

Ex his apparet; 1) duritiem in ſpeciebus, generibusque foſſilium conſtituendis non poſſe ad characteres, quos eſſentiales vocant, referri. 2) Duritiem non ſoli terrae ſiliceae copiae tribuendam eſſe; nam Zeolithus ruber Aedelforſenſis ex chalybe ſcintillas haud excudit, licet terrae ſiliceae copia vtrumque Zeolithum iam deſcriptum ſuperet.

§. VI.

A Zeolitho ad alium lapidem deſcribendum me conuerto, qui nouiſſime in fodinis Hälleſtadienſibus effoſſus fuit. Cum aquis Medvienſibus nuper vterer, huius lapidis fruſtum a Cl. Troil mihi oblatum, commodiore inſtrumentorum apparatu deſtitutus, tubi ferruminatorii ope exploraui. Quae tum experiebar, Zeolithum indicare videbantur. Sed cum probe noſſem, eiusmodi tentamina non ſemper omnem rem decernere, Vpſaliam reuerſus, laborem retractaui, quo cognoui, tubo ferruminatorio in hoc exprimentorum genere non nimis fidendum eſſe. Certe facile intelligitur, nihil impedire, quin praeter Zeolithum aliae etiam materiae cum effervescentia ab igne colliquari poſſint. Habemus etiam Zeolithos ſub ignitione non efferueſcentes, vel plane non fuſibiles. In centumpondio lapidis iam deſcripti 55 ſilicis, 24, 7 calcis, 2, 5 Argillae, 0, 5 Magneſiae, 0, 3 calcis ferri, 17 aquae acidique aerei partes inueni.

Mense Ianuario h. a. Cel. Car. Rinmann fruſtum eiusdem lapidis mihi miſit, adiuncta deſcriptione experimentorum ſuorum, quae meis fere

in

in omnibus respondent. Cum autem, quae RINMANNVS hac de re scripsit, iam nuper typis expressa sint, plura addere nolo. Vt tamen appareat, an lapis iste ex Zeolithi genere sit, repetenda sunt nonnulla, quae alibi plenius exposui *) 1) Fossilium species ita partiendae et discernendae sunt, vt ad indolem, numerum et pondera principiorum respiciatur. Quod, vt liquidius intelligatur, notandum est, hucusque quinque tantum terras primitiuas innotuisse, ponderosam, calcaream, magnesiam, argillaceam et siliceam. Has indicent nominum literae initiales, *p*, *c*, *m*, *a*, *s* earumque consociationes, literarum compositione ita denotentur, vt prima litera terram, quae pondere praecedenti inferior est, sequentibus vero antecellit, vltima autem terram, cuius parcissima copia est, significet. Hoc modo omnia lapidum minerarumque genera formulis literalibus describi possunt. Zeolithus trium terrarum connubio constat, inter quas silicea praeponderat, argillacea proxima, calcarea infima pondere est. Poterit igitur hic lapis describi per literas *s a c*. Metallorum ratio non habetur, cum ad ipsam lapidis naturam non pertineant. Pro nouo illo lapide Hällestadiensi formula est *s c a m*; hic igitur a Zeolitho numero pariter ac ordine principiorum discrepat.

2) SPECIEBVS secundum hanc normam constitutis genera haud difficulter determinantur. Prima formu-

*) Vid. Meditationes de Systemate fossilium naturali §. 137. in Opusc. T. IV. p. 232.

formulae litera genus ſignificat. Notanda tamen eſt exceptio, quae ad *ſ* ſpectat. Nam terra ſilicea generis characterem conſtituere vix poteſt, niſi in centumpondio ad minimum 75 eius partes ſint. Tum vero loco τȢ *ſ* in deſignando genere τῷ *S* vti mallem; cuius rei ratio ex Diſſertatione ſupra allegata (§. 78.) repetenda eſt. Igitur ſi ſpecierum formulae ab *ſ* ordiuntur, literae, quae ordine proxime ſunt, genera denotabunt. Sic v. g. Zeolithi genus ab *a* (argillaceo) lapidis illius Hälleſtadienſis genus a *c* (calcareo) characterem genericum habet.

Lapidis Tranſiluanici, ſub ſtrato calcareo reperti et ad Hälleſtadienſem noſtrum proxime accedentis, deſcriptionem dedit Cl. Fichtel in Actis Societ. N. C. Berolinenſis Vol. III. *Stangenſchörl* vel *Saulenſpat* ibi vocatur Cl. Bindheim ex hoc lapide analyſi chemica extricauit ſilicis 61, 1. calcis 21, 7. argillae 6, 6. magneſiae 5, terrae martialis 1, 3. aquae 3, 3. Pertinet igitur ad formulam *Scam*. Caeterum, ad ſpeciei diſtinctionem non determinatus principii cujusdam numerus neceſſarius eſt, v. c. 61, 1 vel 55; ſed ſufficit in vniuerſum, ſpecies ab eo principio, quod praeponderat, denominari; alias tot haberemus ſpecies quot indiuidua.

§. VII.

Cel. Linnaevs iunior ab itinere literario redux terram ab Anglis *Loam* dictam mihi monſtrauit, petens, vt eius analyſin chemicam ſuſciperem. Narrabat, hortulanos in Anglia hac terra in agro Londi-

Londinenſi effoſſa, ad heſperidum culturam commodiſſime vti, cum in illa ſemina laete proueniant, et arbuſculae hiemis rigorem longe minus quam alias ſentiant. Quod externum habitum attinet, haec terra gleboſa eſt, et arida, colore poſt exſiccationem flauo et ſubcinereo praedita. Etſi autem in terra tam puluerulenta et arenoſa principiorum numerus et indoles admodum variabilis eſſe ſolet, tamen, quae inuenerim, breuiter expediam. Scilicet ex Centumpondio huius *Loam* obtinui arenae ex rubro griſeae 87, argillae ferri tantillo inquinatae 13. Calcis nullum veſtigium deprehendi. Si nitro fuſo et candenti adſpergitur, exiguus fragor obſeruatur. Aqua cum Loam digeſta pallide flaueſcit.

§. VIII.

Est aliud terrae genus nuper in comitatu Derbyenſi repertum, quod Anglis *Wad* dicitur. In eo maxime notandum eſt, quod cum oleo Lini tritum ſponte incandeſcat. Vix tamen incendium obſeruatur, ſi experimentum cum pondere huius terrae, quod libra minus ſit, inſtituas. Celeb. Kirwani beneuolentiae ſpecimen huius terrae debeo, quam eo conſilio exploraui, vt, ſi poſſem, incendii ſpontanei cauſam inuenirem, praeſertim cum nuper Petropoli obſeruatum eſſet, fuliginem cum oleo cannabino miſtam pariter flammam ſponte concipere. In vtroque caſu oleum pingue adhibendum eſt, vt ignis excitetur; hoc vero plane ſingulare eſt, oleum in altero exemplo cum ma-

teria phlogiſto abundante, in altero autem cum materia non omni quidem phlogiſto deſtituta, ſed tamen parciſſimo illo inſtructa, miſceri. Terra Wad nigra eſt, digitosque fuliginis inſtar inquinat; vnde facile colligas, eam magneſio foetam eſſe. Experimenta hanc coniecturam confirmant. Cum enim Centumpondio huius terrae acidum nitri, ſaccharo addito, infudiſſem, ſub digeſtione ſolutionem ex luteo fuſcam nactus ſum, ex qua, adiecto alcali fixo aerato, ſedimentum ab initio ferrugineum deinde ex albo flauicans decidit. Sedimenta iſta lota et exſiccata igni exurenda tradidi, quo nigrum colorem duxerunt, calcemque magneſii ferro inquinatam praebuerunt. Ferrum ab initio copioſius decidit, extrema ſedimenti portio colorem paullatim palleſcentem oſtendit. — Cum exiguum quid terrae Wad nitro fuſo et ignito adſperſiſſem, lenem ſtrepitum audiui, ſcintillas vix emicare vidi. Nitri reſidui color viridis magneſiam ferruginoſam prodidit. Praeter magneſium, terra iſta in centumpondio 12 circiter partes terrae ſiliceae acido nitroſo non ſolubilis, calcemque plumbi et terram ponderoſam, ex acido nitroſo, vitriolici ſaliumue vitriolicorum ope deturbandam continet. Calx plumbi, admota flamma tubo ferruminatorio ſufflata, metallicam formam facile recuperat. Haec vna cum terra ponderoſa 6 de centum partibus conſtituit. Si terra Wad cum acido nitroſo digeritur, nullo ſaccharo, aliaue materia inflammabili adhibita, praeter plumbum et terram ponderoſam nihil ſoluitur, neque colo-

rem

rem vllum liquor ducit. Cui ſi aquam adfundas, protinus pallide flaueſcit, paullatimque puluerem ex luteo fuſcum demittit, qui terra martiali et exiguo puluere ſiliceo per filtrum ob tenuitatem nonnunquam perfluente conſtat.

Ex his, quae hactenus dicta ſunt, facile apparet, Anglorum Wad a vulgari magneſia vitriariorum parum differre; exiguum enim calcis plumbi pondus, quod priori illi ineſt, parum ad vtramque ſpeciem diſtinguendam facit. Idem valet de calce, cuius paruam copiam in magneſio vulgari, nihil in illo Wad deprehendi. Caeterum, vt ſpontaneum huius terrae incendium obſeruari poſſit, experimentum, ex Kirwani praecepto, ſic inſtituendum eſt. Terra horae ſpatio torreatur calore 140 graduum Fahrenheitianorum, (qui 60 gr. thermometri Suecici reſpondent,) toſtaque refrigeſcat. Huius libra vna circiter in aceruum ſtruatur, in cuius vertice fouea fiat. Tum olei lini vnciae duae in foueam infundantur. Commixtione olei et terrae non opus eſt. Quo facto terram in glebas compingi videbis, qui vna alteraue hora elapſa, ſi aer modice calet, ſponte flammam concipient. Equidem, cum ſufficiente magneſii vulgaris copia carerem, in ea materia hactenus non potui repetere experimentum, cuius accuratior inueſtigatio eo magis optanda eſt, quo luculentior incendiorum ſpontaneorum explicatio inde ſperari poteſt.

§. IX.

§. IX.

Vltimo tandem loco commemorandus est lapis ponderosus (*Tungsten*) quem Celeb. Cronstedt inter mineras ferri descripsit. Huius principia alio loco explanata fuerunt. *) Quod olim suspicatus eram **) terram acidam flauicantem, ex hoc lapide separatam, a metallo quodam prouenire, id verum esse experimenta nuperrima declararunt. Dom. d'Elhuyar, Hispanus, cum a. 1782. per sex Menses Vpsaliae degisset, redux in patriam, lapidis ponderosi tantam copiam inuenit, vt sententiae meae veritatem tentaminum trutina pensitare ei liceret. Igitur terram acidam ex lapide secretam consueto modo cum phlogisto admixto igni vehementissimo tradidit, quo tandem regulum metallicum obtinuit. Hoc metallum ab aliis multum differt. Pondus eius proprium fere 17, 6 aequat; ipso magnesio difficilius igne liquatur; ab acidis mineralibus et aqua regia non soluitur, ab hac tamen et acido nitroso, licet difficulter, corroditur et calcinatur. Idem metallum cum magnesii ferrique tantillo mineram efficit, quae Germanis *Wolfram* (Spuma lupi) dicitur. Inde nomen *reguli Spumae lupi* nouo metallo tributum fuit.

Lapis colore carneo insignis ex metallifodina Ritterhyttan, quem Cronstedius lapidis ponderosi [illegible] speciem

*) Diss. de acidis metallicis Opusc. T. III. p. 129.

**) Diss. de tubo ferruminatorio. Opusc. T. II. p. 475.

ſpeciem eſſe perbibuit, ad hoc genus non pertinet. Mihi certe analyſis chemica perſuaſit, illum lapidem a ponderoſo haud parum diſcrepare. Et Cl. d'Elhuyar, cum Vpſaliae via, quam humidam vulgo dicunt, Ritterhyttenſem lapidem exploraret, ex eius Centumpondio, praeter calcem, 24 ferri et 22 terrae ſiliceae partes obtinuit.

LXXII. DE

LXXII.

DE AVERTENDO FVLMINE. *)

Sic Frankline tuas dignofcat America laudes
Per freta per terras per mare femper eant.

ELECTRICITAS pag. 22.

Cvm nuper honorificentiffimo Academiae regiae judicio inter eius fodales fufceptus fim, noui officii ratio a me poftulat, vt locum mihi decretum oratione praemiffa capeffam. Cogitanti autem mihi de argumento dicendi, quod neque tantorum virorum audientia indignum, et mearum virium modulo accommodatum effet, nullum aptius vifum eft fuccincta expofitione praefidiorum, quae nouiffime ad auerruncanda fulminis pericula a doctis viris inuenta promulgataque fuerunt. Triftiffima omnium temporum experientia conftat, inter omnia, quotquot coelitus apparent, meteora, nullum fulgure terribilius effe, nullum hominibus rebusque humanis praefentiora minari pericula. Saepe tremendo fpectaculo verno aeftiuoque tempore

*) Inträdes - Tal om Möjeligheten af förekomma Åfkans fkadeliga werkningar: hållit för Kongl. Vetenfkaps Academien d. 23 Maji 1764. Stockholm 1764. 8.

pore coelum, quod ſerena modo ſplendebat luce, aterrimis ſubito nubibus obtegi videmus. Denſiſſima nox terrae incubat, ſubinde profuſis vibrantium flammarum turbinibus *a*) *) horrendoque aetheris fragore interrupta. *b*) Praeſentiſſimum viuentibus exitium imminere videtur; neque vanae ſemper iſtae minae ſunt. Validiſſimi muri, excelſaeque turres horulae ſpatio ſaepe ſolo adaequantur *c*) templa et priuatorum habitationes flammis abſumuntur, *d*) Naues ſubinde a fulmine ita feriuntur, vt, ſiue flammis ſiue in vndis pereant, ineuitabilis lethi neceſſitas nauigantes maneat; *e*) et ſi vel maxime naui parcant fulgura, tamen acum nauticam, fidiſſimum alias viae per aequora ducem conturbat eiusque conſuetum motum inhibet. *f*) Procerae arbores a tremenda fulminum violentia alias radicitus euelluntur, alias in fragmenta innumera finduntur. *g*) Animalia repentino ictu concidunt. *h*) Homines denique aliquando inter amicorum amplexus fulminis tactu vel interemtos vel membris mutilatos fuiſſe, quis eſt, qui neſciat *i*)?

NATVRALIVM rerum ſcientia artium foecundiſſima mater eſt, humanique generis neceſſitatibus ſubuenit. At ſi vel hoc vnum nobis praeſtaret beneficium, vt fulminis auertendi praeſidia nobis ſubminiſtraret, et aduerſus tam atrocia mala pro-

pugna-

*) Literae *a*, *b*, *c* etc. ad notas et additamenta ſpectant, quae, cum ob prolixitatem orationis textui ſubiecti commode haud poſſent, ad calcem huius tractationis retulimus.

pugnaculum pararet, nihil profecto illa foret excellentius et, vt ita dicam, diuinius. *k*) Fabula quidem est, Prometheum furti, quo ignem de coelo subripuerat, acerbas poenas luisse, nec meliorem sortem multi eum manere opinantur, qui fulguris violentiam cohibere vel obtundere audeat; *l*) sed quam vana haec sint superstitiosi vulgi vaticinia, ex iis, quae propediem dicentur, apparebit.

Si quis ante hos centum annos asseuerasset, vna eademque naturae facultate, a succino manu perfricto paleas aliaque corpuscula leuia attrahi, et fulmina generari et de coelo mitti, is sine dubio non modo inficetae plebis irrisionem verum etiam doctissimorum hominum indignationem et contemtum in se conuertisset. Neque negandum est eos, qui tum eiusmodi sententiam risu excepissent, non immerito id facturos fuisse; nondum enim inventa erat ratio, qua illa confirmari posset. Sapientis autem est, non temere fidem dictis adhibere. Nunc vero per experimenta certissime constitit, vim illam exiguam succini, stupendosque fulminis effectus ab vna eadem causa pendere, et gradu tantum inter se differre. Sic saepe fit, vt nimia nostri fiducia superbientes, impossibile esse censeamus, quod vere fieri posse maturior experientia docet.

Scintillas per electricitatem elicere Du Fayus primus docuit; earundem vim Ludolphus postmodum ita auxit, vt corpora combustibilia inde accenderentur. Tandem Muschenbroekii sollertia modum patefecit, quo vis electrica intra angustae phialae spatium cumulari et validissima reddi posset.

Ex

Ex quo haec gesta sunt, multi coniectarunt, fulmen ab electrica materia progigni; et FRANKLINVS etiam modum, quo id probari posset, proposuit *m*). Cum enim per experimenta didicisset, cuspides metallicas electrico conductori obuersas, huic materiam electricam clanculum subripere, eamque, si statumine ex vitro, pice, serico etc. fultae essent, retinere, suasit, vt in alto quodam loco perticae ferreae acuminatae, basique vitrea instructae erigerentur; sic enim, si fulmen vere ex atmosphaera electrica nascatur, euenturum esse praeuidit, vt perticae illae ex nubibus fulmine grauidis per vicinum aerem praeteruehentibus aliquam electri partem abriperent, collectamque scintillis et succussibus editis manifestarent.

DECET magna ingenia, quaestiones proponere, quas alii strenuo diuturnoque labore soluant. Quod NEWTONVS suspicatus fuerat, telluris diametrum per aequatorem ductam axi inter vtrumque polum ampliorem esse, id, an veritati consentaneum esset, multo labore decernendum erat, missis in terras polo vicinas et in Americam australem celeberrimis mathematicis qui dimensiones instituerent. Sic etiam, quae FRANKLINVS in America coniectura prospexerat, ab Europaeis discussa et probata fuerunt.

PRIMI, qui quaestionem propositam soluere conarentur, inter Francogallos erant DALIBARD et DE LOR. Ille in palatio regio Marly-la-Ville perticam ferream quadraginta pedes longam et a solo supposito vitro disparatam erigi curabat; hic vero posteriore loco nominatus Parisiis similem appara-

tum adornabat. Die 10 m. Maji a. 1752. nubes fulminea palatium Marly-la-ville praeteruehebat. Dalibard tum aberat ab oppido, sed obseruationis negotium amico cuidam commiserat. Nec euentus coniecturam fefellit. Manifestis enim indiciis apparuit, perticam ferream electricitatis nubium participem factam esse. Paullo post De Lor idem Parisiis expertus est. Ex eo tempore fulminis vis electrica multis locis explorata et comprobata est, et ego ipse, si testimonio meo opus esset, ad varia mea experimenta prouocare possem. Franklinvs, Romas et Lining perticarum ferrearum loco adhibuerunt filum chalybeum et draconem volantem chartaceum, qui perticis in eo praestat, quod propius ad nubes adscendat easque etiam volatu prosequatur. *n*)

Iam si fulguris materia eo, quem diximus, modo colligi et ad experimenta electrica instituenda adhiberi potest, nullum dubium superest, fulgur electricae materiae progeniem esse. Per haec autem nondum demonstratum est, quod Franklinvs perhibuit, fulguris vim deriuationis artificio ita posse frangi et velut eneruari, vt calamitas plane auerruncetur. Hinc maxime necessarium est, diligenter et sine partium studio, contraria argumenta ponderare, et a iudicii festinatione sedulo abstinere.

Inter sententiae Franklinianae aduersarios eminet Nolletvs, vir acuti ingenii et peritia rerum ad electricitatem spectantium nemine inferior. „*Equidem* inquit, *non video, qui fieri possit, vt nubes fulmi-*

fulmineae per insigne aeris spatium diffusae, magnisque terrae tractibus imminentes ferreae virgae attractione intra breuissimum tempus electrica sua materia priuentur. Quid, si quis inundationum pericula auertere vellet, dispositis ad ripas fluminum tubis capillaribus, qui aquam exundantem deriuarent? An hunc possibilia moliri diceres? Praeterea, si cuspides metallicae tantum valerent ad subducendam fulminis materiam, nescio, cur fulgur templis eorumque turribus non parcat? In horum enim summo culmine cruces metallicae affixae esse solent, quarum brachia vel in acumen desinunt, vel, vbi globis praefixis instructa sunt, tamen, comparata cum illa nubium vastitate acutiora sunt, quam acus cum perticis illis ferreis comparata. Qua autem re putas cuspides obtusis rotundisque corporibus antecellere? Videsne in experimentis cum electricitate institutis, hanc vim perinde in corpora rotunda, dum vicina sint conductori, ac in cuspidata penetrare et effluere? Vidit etiam MONNIERIVS, tonante caelo corpora obtusa perinde ac cuspidata, nec solum metalla sed alias etiam materias, quocunque situ horizontem versus positae sint, electrificari. a)

Brevis ista argumentorum Nolleti expositio, dubia fere omnia complectitur, quibus Franklini sententia impugnari potest. Videamus iam, quid ad haec responderi possit.

In aestimanda nubium fulminearum mole et electricae materiae illis inhaerentis copia, inprimis ratio habenda est effectuum, qui sunt *fulgur*, *to-*

nitru et fulminis ictus. Incertum autem est iudicium, quod his rebus vnice nititur: quotidie enim experimur, non semper, vbi nocentis materiae plurimum est, ibidem noxam esse maximam. Si cuniculi Vulcanii elidendis hostibus circa vrbes obsessas effossi, nimio puluere pyrio replentur, notum est, huius explosione terram superiacentem longe minus, quam opus erat, disiici et subuerti. Similiter tormenta bellica nimio puluere pyrio differta, globos non tam longe, ac alias proiiciunt. Scilicet ad maxima quaeuis opera determinatus causae modus requiritur, quem si excesserit illa, vis et effectus protinus inhibetur et minuitur. Varia autem sunt, quae fulgura et tonitrua augere possunt, etiamsi materiae electricae copia non augeatur. Equidem non memini, me vnquam videre fulgurum claritatem maiorem ea, quae anni proxime elapsi mense Augusto vesperi apparuit. Caelum paruis nubibus huc illuc dispersis tectum erat; nubes fulmineae vix vltra horizontem prominebant; quoties autem ex his fulmen mittebatur, omnes nubes per totum caelum fulgidissima luce resplendere, omnia late flagrare videbantur. Per agros vmbrae fugaces discurrebant, quarum species superstitiosorum phantasiam vano lusu terrebant. Caeterum pauci tonitus audiebantur. Postmodum ex illis ipsis locis, quibus tempestas imminuerat, nuncium accepi, neque agros neque homines vllam noxam a fulgure passos esse. Certe si ex his, quae ex statione mea videram, tempestatis violentiam aestimassem, calamitatem tristissimam multorumque hominum exitium auguraturus eram.

De

De tonitru etiam cauendum eſt, ne perperam opinemur. In magnis ſiluis tanta ſubinde eſt mediocrium etiam fulgurum exploſio, vt credas omnes arbores radicitus euelli: et in montoſis locis tonitrua reſonitu ita augentur et multiplicantur, vt ſaxorum eliſorum fragorem et lapſum audire tibi videaris. Sic fere in quibusdam locis exigua bombarda ſub exploſione longe vehementius ſonat, quam alias magna ſolet. Proinde facile intelligitur, pericula, quae fulgura minantur, ex lucis micantis, tonitruumque vehementia recte aeſtimari non poſſe.

Iam, ſi ad fulminis effectus reſpicias, vides ab eo corpora combuſtibilia cremari, metalla et vitrum liquari, arbores diffindi, muros pertundi, animalia necari vel grauiter laedi. Ad haec profecto magna vi opus eſt: at ſi cum his, quae natura praeſtat, artis opera compares, haud difficulter cognoſces, electricitatem, quae arte excitatur, a fulguris vi non ita multum differre. Artificiali etiam electricitate corpora varia accendi, aqua et hydrargyrus ſubito in vapores reſolui, integri chartarum faſciculi, quos globus ex ſclopeto emiſſus vix perforaturus eſſet, vno ictu transfodi, metalla fundi et in vitrum verti, animalia iugulari, multaque alia praeſtari poſſunt. At vero ſimillimum eſt, eandem vim octies vel decies auctam fulgure nulla re inferiorem fore. *p)*

Praeterea monendum eſt, aerem in augenda fulminis vi plurimum valere, quod ipſe ego notabili exemplo in me expertus ſum. Cum enim to-

nante coelo per fenestram prospicerem, tempestatem obseruans, accidit, vt super ipsa domo, vbi eram, duae nubes fulmineae exaduerso sibi imminentes fulgur ingens horrendo cum sonitu derepente ederent, eoque ipso momento caput omnesque artus superiores vehementer percuti sensi. Vnde, ni fallor, luculenter apparebat, aerem magna cum violentia compressum fuisse. Idem fere de experimentis electricis constat; a magnis enim crebrisque ignis electrici explosionibus aerem valde opere mutari videmus. q)

Svbitanea aeris expansione muros solidissimos euerti tectaque aedium deiici posse notum est. Plus adhuc valet vapor ex angusto loco prorumpens. Fulgur autem, cum in terram decidit, saepenumero fluidas materias offendit, quae confestim in vapores resolutae incredibili impetu quaquaversus ruunt, et omnia subuertunt. Hoc autem non soli fulmineae materiae tribuendum est; sed aeri etiam vaporibusque a fulgure magna vi expansis.

Ex his, quae iam disputauimus, apparet, non vanam esse eorum opinionem, qui fulguris materiam nubibus subtrahi posse sperant. Qui tamen electricitatis, quae arte excitatur, vim perpendit, eamque electricitate atmosphaerica haud paullo debiliorem esse meminit, is dubitare forte posset, an praesidia, quibus fulmen declinari posse existimanus, auertendo fulmini vere sufficiant. Superest igitur, vt dispiciamus, quid commodi nouum illud inuentum non modo promittat, verum etiam praestet.

Nvllvm

Nvllvm corpus eſt, quod materiam electricam transmittere et ab vno loco in alterum prouehere plane non poſſit; ſed diuerſa eſt diuerſorum corporum ad id praeſtandum aptitudo et propenſio. Nempe alia ſunt, quae materiam illam adeo difficulter transmittunt, vt horae dimidiae ſpatio vix vltra aliquot cubitos propagetur. Ex hoc genere ſunt vitrum, ſulphur, reſina, lacca, ſericum, alia, quae *non conductorum* nomine diſtinguere ſolemus. Alia vero ſunt, quae materia electrica ſtupenda velocitate peruadit, velut metalla, aqua, corpora animalium et ſ. p.; haec *conductorum* nomine inſigniuntur. In his tam celer eſt materiae tranſitus, vt fines, quibus contineatur, adhucdum ignorentur. Cum enim experimenti cauſa ſcintilla electrica in filum ferreum 900 orgyas ſuecicas longum demitteretur, eo ipſo temporis momento, quo illa in filum immiſſa erat, ex altero eius fine exire viſa eſt, et tempus, quod inter eius introitum exitumque effluxerat, nullo modo definiri potuit. Metallis tamen nihil eſt, quod majore celeritate materiam electricam transmittat. Per experimenta enim in commentario aliquo ad Societatem Regiam Vpſalienſem miſſo demonſtraui, cylindrum aquae tres lineas deciuales craſſum non poſſe omnem materiam electricam ampullae Leydenſi ſubripere, quam tamen tenuiſſima auri lamina tres lineas longa prorſus vacuefacit.

Iam ſi conſideres, fulmineae materiae abundantiam non tantam eſſe, quanta vulgo creditur, apices magnam eius partem e longinquo e nubibus

subtrahere, earumque vim perniciosam, antequam ipsi vertici immineant haud parum infringere, metalla denique immensa facultate electricitatem deriuandi omnia alia corpora antecellere: facile apparet, has ipsis obseruationes praesidia, quibus fulguris pericula procurari possint, polliceri. Quid? quod tam fida tamque tuta sunt haec praesidia, vt, si fluminum ripae tubis muniri possent, qui aquam exundantem aeque celeriter, ac cuspides metallicae electricitatem, absorberent atque deriuarent, nihil admodum foret, quod inundationum calamitates metueremus. Ne autem ratiociniis, licet solidis et probabilibus, nimium tribuisse videamur, circumspiciendum est, an ex ipsa vulgari experientia argumenta depromi possint, quibus fulmen sine damno averti pateat.

Legitur apud Veteres auctores, in castris Romanorum hastas militum nonnunquam media nocte arsisse *r*). Nec rarum est in summis nauium malis *s*) templorumque turribus *t*) flammas lucidas, coelo tonante, micare. Quos ignes ab atmosphaerae electricitate nasci, similesque esse iis, quos ars ex machinis electricis prolicit, nemo facile dubitabit, qui Forbini commentarium de Sidere Helenae s. Castoris et Pollucis a veteribus sic cognominato legerit. Eiusmodi ignes, vbi apparent, tempestatem proxime imminere significant; sicubi autem sideratio non subsequitur, indicio sunt, fulminis vim fractam esse.

Plavzati, quod oppidum est Aruerniae, plerumque tonitruum tempore in summo turris culmine

mine ex lilii metallici, quo illud ornatum eſt, cuſpidibus igniculi emicant, quorum apparitione incolae cognoſcunt, nihil periculi ſibi metuendum eſſe. *u*)

Per experimenta conſtitit, filum aurichalceum, vel tenuem auri laminam, inſignem copiam electricae materiae ex quocunque corpore ea pleno abripere poſſe. Quae etſi nonnunquam electricitatis vehementia colliquantur, nihilominus tamen eam vim ſimul deriuant et minuunt. Porro, ſi quis conſideret locum quem fulmen feriit, facile is inueniet, illud, quantum licet, per metalla ſemper progredi, *x*) et, ſi in contum ferreum vel ſaltim in parietem humidum decidat, vim omnem pernicioſam amittere. *y*) Supra autem monuimus, aquam facultate electricitatem abducendi a metallis longe ſuperari. Igitur, ſi ſola humiditas auertendo fulmini par eſt, quidni longe tutius praeſidium a metalli magna mole ſperemus?

Philadelphiae in America ſeptentrionali crebra tonitrua exoriuntur, nec rarum eſt, incolas grauia damna inde pati. Quibus vt obuiam irent, cum nonnulli ante aliquot annos abductoribus fulguris domos ſuas munire coepiſſent, acerrimorum iurgiorum materiam hoc praebuit, plerisque ciuium ſuorum temerariam impietatem increpantibus, numinisque vindictam toti vrbi praeſagientibus. At omnia alia acciderunt; quid? quod abductorum exſtructionem vtiliſſimam eſſe apparuit. Kinnersleyi ſuaſu paullatim abductorum vſus ita inualuit, vt hodie vix dimidia pars aedium vrbanarum illis careat. Ex eo tempore Philadelphia nihil damni

a fulmine senſit, et nemo inter ciues eſt, qui noui inſtituti praeſtantiam ignoret vel impugnet. *z*)

Sed audio, qui obiiciant: templis tamen et caſtellis fulmen non parcere, licet illa plerumque contos acutos ex metallo factos in ſupremo vertice gerant. His reſpondeo, cauſſam eſſe materiae fulmen abſorbentis defectum. Si tecta multo metallo onuſta muris aedium incumbunt, electricitas a metallo collecta difflari diſperdique haud poteſt, cum paries lateritius ſiccus materiae progreſſum intercipiat. Hinc ſenſim accumulata vi electrica, ſaepenumero accidit, vt ſcintillae in corpora metallica aliaque abducente vi inſtructa, quaecunque proxime diſtant, eminus irruant, et materias inflammabiles, ſi quae ipſis ſunt obuiae, accendant. *aa*) Quod ſi autem alterum illud corpus abducens ab aliorum pariter abducentium contactu remotum et velut in inſula poſitum eſt, ignis electricus denuo accumulatus tertium locum ferit et ſ. p. Vnde fit, vt ſaepenumero vno fulminis ictu ignis in compluribus locis exardeat. Quid memorem triſtiſſima Richmanni fata, *bb*) cuius exemplo nihil profecto eſt, quod periculum a fulmine ſine abductorum praeſidio timendum, luculentius oſtendat? *cc*)

Eqvidem ante aliquot annos memorabile huius rei exemplum vidi. Mariaeſtadii fanum eſt, in excelſo loco aedificatum tecto, et turri nouis ferreisque tegulis inſigne. Praeterea turris ornata eſt quinque perticis ferreis in ſtellas deſinentibus. Minabantur haec omnia incendium a nubibus fulmineis turrim praeteruehentibus pertimeſcendum, praeſertim

ſertim, cum nihil adeſſet materiae metallicae, quae turris tectum cum magno illo templi tecto coniungeret. Igitur a. 1762. templi antiſtites monui, vt de auertendo praeſentiſſimo periculo cogitarent. Hi autem, quae dixeram, parum curabant, omnia bene habere rati, ideo potiſſimum, quod noua turris tectique ſtructura veteri humilior eſſet. At vix quatuor dies effluxerant, cum fulgur turrim feriebat, et eadem, quam indicaueram, via procedebat, ita vt ab interiore pariete, qui tum ab operis truxillabatur, deſcenderet, eoque derelicto iuxta parietem ſeptentrioni aduerſum in terram ſe ſubmitteret. Si caementum in nuper truxillato pariete exſiccatum fuiſſet, fulmen nihil reperturum erat, quo tectum templi verſus abduceretur, tum vero nihil fuiſſet, quod incendium a turri arceret. Vidimus autem in hoc exemplo parietem ſeptentrionalem ſola humiditate in eo reſtitante fulgur a tecto prohibuiſſe. *y*)

Post Dalibardivm, quem primum omnium fulguris electricitatem demonſtraſſe dixi, Monnierivs in oppido St. Germain en Laye varia experimenta inſtituit. His varia corpora metallica aliaque, acuta pariter ac obtuſa deſtinauit eaque diuerſis locis diuerſoque ad horizontem ſitu ita collocauit, vt ab aliorum corporum electricitatem abducentium contactu plane remota eſſent. — Haec omnia ſimulac fulmineae nubes appropinqvabant, protinus electrica fiebant. Quod argumento eſt, corpora metallica obtuſa perinde ac cuſpidata auertendo fulmini inſeruire poſſe. Experimenta autem docent,

docent, corpus obtuſum, vel certe diſtincto acumine deſtitutum, ſimulac in atmoſphaeram alius electrici corporis demergatur, vim huic aduerſantem adipiſci ſed electricitatem vicini illius corporis neque augere neque imminuere. Hinc fit, vt corpus in negatiua atmoſphaera *(nekad atmoſphér)* poſitum, poſitiuam *(jakad)* in poſitiua autem negatiuam electricitatem affectet. Contra ea cuſpis metallica in inſula poſita *(affondrad)* ſi conductori poſitiue electrificato obuertatur, pariter electricitatem poſitiuam acquirit, quam conductori eripit; ita, vt quantum hic de electricitate ſua perdit, tantum cuſpidi accedat. Hinc facile intelligitur experimentorum MONNIERII ratio. Scilicet omnia corpora, in quibus ille experimentum capiebat, electrificabantur, at non eodem modo, cum quippe acuta tantum electricitatem ex vicinā nube abſorberent. Igitur corpora metallica acuminata ad minuendam materiam fulminis idonea ſunt. Accidit etiam aliquando, ſed raro exemplo, vt nubes fulmine foeta in inferiorem atmoſphaerae regionem deprimatur, quo fit, vt omnia corpora obuia electricitatem ſubripiant. *dd*)

EXEMPLA et argumenta hactenus a me propoſita non modo dubia quae NOLLETVS FRANKLINO oppoſuit, tollunt, verum etiam ſolidam vtilitatem inventi Frankliniani comprobant. Fulgur non modo inde ab omni aeuo mortales terruit, *ee*) verum etiam philoſophis, qui eius naturam inueſtigare vellent, haud parum negotii faceſſit. *ff*) Pulcrum profecto eſt, homineque ingenuo dignum,

naturam

naturam ſcrutari, ſed perraro licet veritatem primo labore aſſequi; haec enim multis plerumque tenebris errorumque ſcopulis occulta et quaſi circum vallata latet, nec ſine magna ingenii contentione in lucem protrahitur. Vſu tandem animique exercitatione eo peruenimus, vt ea, quae in oculos incurrunt, a ſubtilioribus et magis reconditis diſcernamus, licet intimam rerum naturam vix vnquam plane perſpiciamus ſed infra anguſtos rudibris nec plenae ſcientiae cancellos ſubſiſtere ob humanam infirmitatem cogamur. Documento eſt ipſum fulguris exemplum, de cuius quidem natura inde ab aliquot annis rectius ac olim ſentire didicimus, rem tamen omnem neutiquam adhucdum perſcrutati ſumus. *gg*)

Lvcvlenter, vt puto, apparet, fulgur auerruncari poſſe; ſupereſt igitur, vt viam et rationem, qua id fiat, exponam. Non poſſum autem, quin prius in transcurſu dubitationem diſcutiam, quam Philadelphiae agitatam eſſe ſupra dixi, quamque et mihi aliquoties obiici memini. Nempe ſunt, qui fulgur declinari poſſe vix dubitent, ſed licitum hoc eſſe negent; rati, phyſicos, qui talia moliantur, perinde ac medicos variolarum inſitionem ſuadentes, temerario impioque conſilio aduerſus Deum inſurgere, gigantum inſtar, quos coelum inſano conatu impugnaſſe veteres poetae fabulati ſunt. Ad haec reſpondere facillimum eſt. Homines quidem ipſa prauitatis ſuae conſcientia eo adducuntur, vt, ſi quod periculum ipſis imminet, ſe iuſtas flagitiorum poenas luere exiſtiment. Summus

mus autem naturae auctor, si fulgure, tanquam vindictae instrumento vti vellet, id certe non nisi scelestissimis hominibus puniendis destinasset; quibus tamen fulgur saepissime parcere quotidiana experientia loquitur, cum e contrario alii, probi etiam et insontes homines, ab eo haud raro feriantur. Ego vero existimo, rerum naturalium cognitionem tum demum recte et vtiliter adhiberi moribusque hominum regendis et emendandis inseruire, si in ea, tanquam in speculo nostram imbecillitatem summamque Dei potentiam contemplemur. Nunquam memini impietatem in aliquo exprobratam fuisse, qui a terrae motu, vel procellarum furore vel alia quacunque calamitate effugium sibi quaereret. Quod si absque culpa et crimine fieri potest, quidni licitum esset de auertendo fulminis periculo cogitare?

Vix possibile est, quid quouis loco et tempore fieri debeat, vt fulmen declinetur, perspicue dilucideque exponere. Certe nollem vnumquemque talia moliri; summopere enim necessarium est, omnia ita construi, vt fulmen et adducatur, et viam, qua abducatur, reperiat. Vnde apparet, neminem nisi electricitatis peritum, fulminis propugnacula scite machinari posse. Quod si negligitur, periculum non modo non deflectitur, verum etiam augetur, hominumque imperitorum irrisioni et ineptis calumniis res in se vtilissima exponitur. Proinde non sufficit, contum ferreum acuminatum in summis aedium tectis erigere et ab hoc filum ferreum in terram demittere. Si enim vel maxime

securi

ſecuri eſſemus, hoc filo ferreo ignem electricum nubibus ereptum iri, conſtat tamen illud ab eodem igne nonnunquam liquari poſſe; quod ſi accideret, neceſſarium foret abductoris continuitatem rumpi; eoque grauiora metuenda eſſe pericula a fulminum ictibus proxime ſubſequentibus. Praeterea notum eſt, electricitatem nubium modo poſitiuam modo negatiuam eſſe. *hh*) In vtroque caſu fulmen in terram decidit, vbi vero corpus electricum forte offendit protinus ſurſum nubem verſus electricitate vacuam (*oelectriſka moln*) reflectitur. *ii*) Iam ſi nubes electrica perticae ferreae imminet et fulgur ab ea deorſum ad locum filo ferreo non munitum delabitur, conſequens eſt, fulmen per domum transuehi antequam abductorem reperiat. Sic vero ſpe noſtra excidimus irritaque fiunt conamina, quibus a fulgure nos tutos praeſtare contenderamus.

In abductoribus fulminis extruendis hoc caput rei eſt, vt, ex quacunque coeli plaga fulmen aduehatur, corriuationis pariter ac deriuationis viam ſemper paratam inueniat. Vix enim poſſibile eſt, omnem aditum ei praecludere; ſed ne noceat nobis cauere poſſumus. Hoc autem praeſtant, quae iam expediam, adminicula.

In vtroque extremo incumbae, ſiue trabis, quae tecti culmini imponitur, pertica ferrea teres vel planiuſcula aliquot cubitos longa cuſpideque aurata vel globo mucronibus ſtellae inſtar hiſpido munita defigatur. *) Iam ſi tectum tegulas metallicas habet, hoc

*) Auro cuſpidem operiri iubeo eo conſilio, ne ferrum exedatur rubigine, quam tranſitum materiae electricae impedire obſeruatum fuit.

hoc tantum curandum eſt, vt cum ſolo per intermedias laminas metallicas communicet. Idem agendum eſt, ſi tectum ex fictilibus quidem tegulis conſtructum, ſed in vertice angulisque laminis metallicis munitum eſt. At ſi metallo caret tectum, ſuppleri id debet.

Vt fulminis materia iuxta domus parietes deducatur, huius anguli omnes, vel certe alterni in diagonio poſiti lorica muniendi ſunt ex bracteis ferreis ſtanno opertis, quas cum tecti imbricibus metallicis conferruminare oportet.

Stillicidia plumbea, ſi qua deliciis tecti ſubiacent, tegulis iungenda ſunt. Haec autem compendium faciunt loricae ferreae, qua alias parietum anguli veſtiendi eſſent. Caeterum, quantum fieri poteſt, curandum, vt quidquid in aedium ſtructura ex metallo fabrefactum eſt, iungatur.

Si domus tam excelſa eſt, vt nubes tonitruales ad eius parietes offendere poſſint, ex conſulto facies, ſi tecti proiecturis ad angulos vnam alteramue cuſpidem metallicam adfigas. In vniuerſum autem tenendum eſt, in ornamentis metallicis, quibus templa aliaeque aedes magnificae decorantur, quidquid acutum et mucronatum eſt, plurimum vtilitatis ad abducenda fulmina habere.

Terra et arena ob ſiccitatem ignem electricum aegre deriuant. Quare non ſufficit, commeatum inter nubes fulmineas et terram aperuiſſe, quippe et alia proſpicienda ſunt. Igitur parandi ſunt tubi ferrei, quos ſtillicidiis et angulorum domus loricis

ferreis

ferreis iungas, ea longitudine vt in aquam domui vicinam, siue puteus sit, siue fossa, deduci possint. Nempe ab hac aqua fulminis materia consumitur, si nubium electricitas positiua est, contra ex eadem, si negatiuae sunt nubes, materia electrica, fulmen coercens (*blidkande ämne*) hauritur. *kk*) Commodissimus autem vsus est tuborum et bractearum, cum experientia doceat, electricam materiam eo maiori copia a quibusue corporibus suscipi, quo amplior sit horum superficies.

Vetvs est, nec vituperanda consuetudo, tonante coelo ianuas et fenestras claudere atque hoc modo aeris impetum arcere.

Naves aduersus fulmina muniri possunt defixis in earum malos cuspidibus metallicis, e quibus catenae ferreae in mare desinentes suspenduntur.

Qvibvs, dum peregre sunt, tonitru superuenit, his iter conficere haud suaserim: *ll*) neque sub arboribus se abscondere tutum est. *g*) At securitatem promittunt, si in propinquo sunt, domus, modo iam dicto aduersus fulmen munitae. Nam quod putant nonnulli, vestes imbre madidas periculum arcere, id quidem praesidium facile, vel inuitis praesto esset; sed intutum est, cum corpus nostrum proprium electricitati perinde permeabile sit, ac vestes madidae. Aliter se habent domus lapideae, quarum pariates natura quidem sua abducendo fulmini haud idonei sunt, sed imbre madefacti illud satis bene deriuant. Ensem districtum vel cuspidem metallicam super caput porrigere nihil vtilita-

tis habet; quinimo nocere poteſt. Si enim fulgur ſurſum vel deorſum enſem cuſpidemue feriat, illico corpus peruadet, euentu admodum ancipiti. Optimum foret vmbraculum ad hoc fabrefactum ſecum gerere, niſi moleſtum gerenti eſſet. *m n*)

Sic fere, vt exiſtimo, templa et priuatorum habitacula ab incendiis, quae fulmen infert, vindicari, mortis periculum declinari, ipſaque tonitrua quodammodo obtundi poſſunt. Sed multorum annorum experientia opus erit, quo praeiudicia inanisque noui inſtituti horror ex animis hominum eximantur. Fac enim, vrbi, cuius aedificia abductoribus munita ſint, fulmen per aliquot annos parcere, id fortuito caſui, non ἀλεξικεραύνοις *) illis tribuent: at ſi vel ſemel fulmen de coelo in aedes delapſum ſit, licet nihil damni attulerit, protinus omnes clamabunt, hunc ſcilicet noui inuenti fructum eſſe.

Non miror, multas res vtiliſſimas diu pro ſomniis nugisque haberi, licet dilucide demonſtrari poſſint; at nequeo ſatis mirari ſupinam hominum negligentiam, qui conſilia ſaluberrima et communi aliorum plauſu iam probata, adeo adſpernantur, vt ne quidem ſuis oculis leuique periculo, quid valeant illa, tentare velint. Scilicet, dum dubitant, dum rem procraſtinant, dum tempus nihil agendo,

*) Ignoſcant, quaeſo, lectores nouo nouae rei nomini quod ad modum vocabulorum ἀλεξίκακος, ἀλεξάνεμος et ſ. p. finxi, ne ſexcenties taedioſum illud, *abductor fulminis*, repetendum eſſet. H.

agendo, remque, si Dis placet, trutinando terunt, alia occurrunt, quae animos a proposito deflectunt. Sunt forte, qui graui tonitru ingruente, dum metus durat, apud animum constituunt, praesidiis vti, quibus incolumitatem sibi parare possint, at discussa tempestate mox et periculi et propositi obliuiscuntur.

Scientia, quae vsu et applicatione ad vitam communem destituitur, blanda quipem voluptate curiosorum animos demulcet, sed, donec praeter delectationem nihil commodi praestat, rarum est eam ab omnibus eo, quo meretur, modo et pretio aestimari. Etenim plerique eorum qui in ciuitate viuunt, longe alias res, quam scientiae cultum et perfectionem curant, vnde fit, vt vulgus omnia, quorum vsum non intelligit, inutilia esse putet. Multi electricitatis phaenomena, vtpote oculis grata, admirantur, caeterum haec putant esse otiosa philosophorum crepundia, quae ad communem vsum nihil valeant. At hercle, vt electricitatis in medicina vsum, eximium illum et saluberrimum, taceam, satis, vt opinor, per ea, quae supra exposui, demonstratur, iniquum et absurdum esse rei contemtum, cuius vtilitas non statim in oculos incurrat. *nn)* Nempe ignorantia contemtum parit, qui, profligata illa, admirationi et desiderio locum cedit.

Vitvperandi tamen sunt naturae scrutatores, si quae sciunt, communi vsui accommodare negligunt; vtilitate enim sola scientia probatur gloriamque et sibi et inuentoribus meretur. Qui arbusta

 plantant,

plantant, non primo ſtatim anno fructus a teneris arbuſculis expectant; norunt enim aetate demum maturari omnia, luxuriantes autem ſurculos, frondisque exuberantiam in futuros annos officere magis quam prodeſſe. Quapropter, ſi vel maxime ingratus ab initio labor ſit, nullumque fructum foenerentur arbuſculae, non ſtatim tamen illae abiiciuntur, ſed maiori cura et ſollicitudine coluntur, quo tandem ad frugem perueniant. Idem fere de omni ſcientia valet, quae, ſi naturae dona in noſtrum vſum conuertat, honorem, cultum, gloriamque conſequitur: vt vero vtilitatem inde percipiamus, indefeſſo ſtudio et virium contentione opus eſt, cuius praemia ſero nonnunquam aſſequimur, ſed certo ſperare poſſumus.

ADDITAMENTA.

a) Virgilivs breuiter quidem, ſed, vt ſolet, perpulcre et naturae conuenienter repentinum tonitru ingreſſum his verſibus deſcripſit:

Eripiunt ſubito nubes coelumque diemque
— — ex oculis; ponto nox incubat atra.
Intonuere poli et crebris micat ignibus aether,
Praeſentemque viris intentant omnia mortem.

Diversa autem eſt fulgurum figura, recta, curua, alternatim refractis lineis *(zikzak)* ſimilis, vndulata et ſ. p. Kaestnervs et Hartmannvs fulmen

men obseruarunt pyroboli instar *(lik en raquet)* in stellulas igneas dehiscens. V. Hartmanns *Abhandlung von Verwandschaft der electrischen Kraft mit den Lufterscheinuugen* p. 77. Artificium quo ignis electricus in fulguris aliasque formas figurari possit Franklinvs a. 1747. docuit. Scilicet si scintillam electricam in aurata libri, testae porcellaneae, aliarumue vtensilium ornamenta dirigas, eam haec ipsa ornamenta metallica sequi, eorumque figura splendere obseruabis. Winklervs a. 1749. hoc experimentum maiori cura perfecit et exornauit. Tabulae vitreae alterutra pagina laminis auri tenuibus in quamlibet figuram dispositis operitur; altera autem pagina in margine ita deauratur, vt aurum vsque ad figuras aureas in priori illa tabulae pagina pictas pertingat. Ex fimbria ista aurea marginis, postquam probe exsiccata est, tenues lineae per vices eraduntur, quo auri cohaesio interrumpatur. Iam si scintilla electrica ita in tabulam dirigatur, vt marginem sequi debeat, fulgur electricum in figuras aureas se diffundet easque nitida luce pinget. Vid. Winkleri *progr. de auertendi fulminis artificio.* Lips. 1753.

Eqvidem iam a. 1758. in praelectionibus meis electrologicis fulgur in charta argentata demonstraui, in qua, cum electrificatur, et deinde in marginem eius a conductore nemotum scintilla electrica immittitur, protinus radii curui, a puncto ingressus scintillae conductorem versus diuagantes apparent. Notandum autem est, non omnem chartam laeuigatam et argentatam huic experimento idoneam esse.

Speciosiore experimento omnes fulguris formas imitari poteris, si Cylindro illo a Winklero inuento vtaris. Vid. *Starke der electrischen Kraft det Wassers in gläsernen Gefassen.* Idem efficitur, vt Hartmannvs docuit, quis in cyathis vitreis quouis ordine ita dispositis, vt scintilla inter singula peruadere possit, si electrico ictu feriantur.

Compendiosiore experimento catenam ferream adhibere soleo, cuius annuli singuli admisso ictu electrico, in loco obscuro lucidum ignem spargunt, et fulgur pro diuersa catenae dispositione vario modo figuratum repraesentant.

Si lubet fulgur stellulis micans arte imitari, conductori electrico chartam auratam, stellularum figuris impressam appendito, huius alteram paginam vitro electrificato iungito, denique catena alteri vitri paginae annexa elicito ex charta scintillam, quae stellulis cincta apparebit.

Ex his quae modo diximus haud difficulter patet ratio, cur fulgur diuersas figuras affectet. Et enim figurae istae viam describunt, qua fulgur inter duas nubes, vel inter nubem aliudque corpus prouehitur. Nubes imbriferae electro plenae sunt, magnaque vaporum aquosorum copia constant, qui casu fortuito in corpus inaequaliter densum partibusque modo rudioribus modo subtilioribus efformatum compinguntur. Iam vero si corpus tam rarum parumque cohaerens scintillam electricam vel in se suscipiat vel ex se promat, necessarium est, materiam electricam ita dispergi vt particulas vi abducente

ducente eminentes ſequatur. Hinc via, quam fulgur legit, oculis perinde fere cernitur, ac in Winkleri tabulis vitreis deauratis, igne electrico per varias figuras proſiliente fieri ſolet. Proinde, ſi particulae atmoſphaerae electricitatem facillime et citiſſime abducentes in recta vel anguloſa aliaue linea diſpoſitae ſint, fulgur eandem formam ſumet. Sicubi autem denſus vaporis globus electricitati deriuandae apprime idoneus fulmini obuius fiat, in hunc ingens irruet ſcintilla, quae ſi vndique diſpoſitas abducentes particulas cominus inueniat, in ſtellulas pyroboli inſtar diſſiliet.

Scintilla fulminea vt plurimum breuiſſimam viam inter duas nubes, vel inter nubem aliudque corpus legit. Attamen fieri poteſt, vt vapores interpoſiti, ventus, vel alia, eradiationes inordinatas efficiant.

Qvo *denſior eſt nubium materia, eo difficilius fulminis via conſpicitur.* Quo maior enim eſt materiae electricitatem abducentis ad hoc praeſtandum aptitudo, eo magis electricus ignis oculis ſubtrahi ſolet. At rarum eſt, nubes tantopere condenſari, ideoque vix vnquam fulgur emiſſum non apparet, niſi vel a vaporibus circumnatantibus, vel a nubibus interpoſitis obſcuretur.

Cavsa *lucis duplicis, quae cum ſingulo quouis fulgure eodemque temporis momento coniuncta eſſe ſolet,* hactenus, quantum noui, a nemine explanata fuit. Nouiſſima experimenta docent, electricitatem, quae negatiua dicitur, vere efficacem eſſe et in

in eruptionem pronam. Igitur si nubes positiua negatiuae obuia fiat, materia electrica inter vtramque duplici et velut aduerso flumine ibit redibitque, vnde fulgura duplicari verosimile est.

In *locis dissitis et a se inuicem remotis fulgur eodem temporis momento apparere et delabi potest:* si nempe nubes ita dispositae sint, vt simulac in altero earum extremo scintillae erumpant, idem in caeteris etiam fiat. A. 1555. d. 29 m. Decembris inter Magdeburgum, Saxoniam et Bohemiam triginta circiter templa vno fulminis incendio conflagrasse legimus. Similiter a. 1694. d. 10. m. Augusti fulgur eodem temporis momento templa *Stockholm,)* Jäderi *(Jaders-Kyrka)* in Sudermanmulta, equestre Holmiae *(Riddarholms-Kyrkan i* nia, episcopale Vexjoei, et Tuetam Ostrogothiae feriit.

Lvcis *fulmineae claritas* (H) proportionata est vi propriae scintillae (S) distantiae nubis fulmineae (A) et obscuritati circa horizontem (M). Igitur

$$H = \frac{S+M}{A^2}.$$

b) Nonnvnqvam *fulgura sine tonitru obseruantur*, inprimis mense Augusto. Id *fulgetra* s. *fulguratio (Korn-blixt)* dici consueuit. Hanc tamen subinde fragor singularis solito vehementior comitatur: id quod a. 1762, Mariaestadii accidit cum fulgur huius oppidi templum feriebat, nec non a. 1746. Östervalae. Vid. Act. Acad. Suec. a. 1749. Idem obseruatum est a Lionio (Vid. *ii*) nec non Hanno-

Hannoverae et Liebenaviae. Vid. Hartmann l. c. §. 194. Fulgurationem plerumque ſtrepitus, velut rhedae praeteruectae, ſequitur.

Ars *fulgurationem quodammodo imitari poteſt.* Si enim fulgur artificiale eo, quem antea diximus, modo proliciatur in loco ab auribus remoto, habebis fulgurationis ſpeciem. Sic etiam in ſpatio aere vacuo fulgura ſine tonitru arte fieri poſſunt, quae tamen ad hunc locum proxime non pertinent. Singula tonitrua, fortiora fragore exploſi ſclopeti minoris, audiuntur, ſi aliquot lagenas amplas electricitate plenas ſimul exoneres. Vid. Wilkii Annotationes ad Franklini epiſtolas p. 261. Spenglervs in decima ſua epiſtola modum fragorem vehementer augendi deſcribit.

Fvlgvr *res obuias ſub ſingulari fragore vehementi accendens* velut compendiaria quadam imagine repraeſentatur, ſi validus ictus electricus in filum aurichalceum variis angulis flexum ita dirigitur, vt filum liquetur eiusque infima pars puluerem pyrium vel ſpiritum vini in loco quodam obſcuro accendat.

Tonitrv pluribus vicibus reſonans imitari poteris electricitate in tantum aucta, vt ſcintilla per interualla corporum longius a ſe inuicem remotorum ruens in ſingulis ſeorſim et videri et edito fragore audiri poſſit.

De fulguratione in Transactionibus Philoſophicis ſingulari commentario diſſerui. Videtur autem illa plerumque fulgur eſſe, exortum in loco

ita remoto, vt lucem quidem, non vero tonitru obſeruare poſſis. Saepenumero in horizontis vicinia nubes fulgidiſſimas vidi, denſis flammarum vibrantium turbinibus ſine vllo fragore aut tonitru micantes. Fulguratio autem apparebat, quoties nubes fulminea in tergo erat. Inde paullatim eo perueni, vt fulguratione ſuborta, nubem, vnde ea proueniret, accurate diſtinguere poſſem. Nonnunquam ab initio viſum eſt, nullam maculam obſcurani adeſſe, ſed aliqua mora interiecta nubem ex alto loco ſatis diſtincte conſpicere potui. Fieri tamen poteſt, vt nubes ſub horizonte inuiſibiles lateant, et tamen fulguratio radiorum reflexione in oculos incurrat. Menſe Auguſto noctes obſcuriores eſſe ſolent vnde, fulgor debilior etiam facile conſpicitur.

NONNVNQVAM tonitru auditur ſine fulgure, tum vero, lux diurna vel nubes fulgur occultant.

QVO *diutius a fulgure tonitru non auditur, eo minus remotiusque periculum eſt.* Lux incredibili velocitate et ſono 866900ies celerius mouetur; vnde conſequitur fulgur citius quam tonitru a nobis percipi. At eodem momento, quo fulgur ex nube ruit, tonitru ſimul oritur; hinc neceſſarium eſt, cum fragor nubis tonantis non nimium vicinae auditur, fulgur iamiam decidiſſe. At, ſi propinqua eſt nubes, tonitru et fulgur vno eodemque temporis momento in ſenſus incurrunt. Ex interuallo temporis inter fulgur et tonitru, diſtantia nubis tonantis definiri poteſt. Hanc rem Academia Florentina ſequente calculo illuſtrauit.

Tem-

Temporis interualla inter fulgur et tonitru indicant		nubem fulmineam remotam esse			
Minuta horae secunda		*ped. Suec.*	= *Milliar. Suec.*		*ped.*
1	—	1142			
2	—	2284	= $\frac{1}{16}$	+	34
3	—	3426			
4	—	4568	= $\frac{1}{8}$	+	68
5	—	5710			
6	—	6858	= $\frac{3}{16}$	+	102
7	—	7994			
8	—	9136	= $\frac{1}{4}$	+	136
9	—	10278			
10	—	11420	= $\frac{5}{16}$	+	170
11	—	12562			
12	—	13704	= $\frac{3}{8}$	+	204
13	—	14846			
14	—	15988	= $\frac{7}{16}$	+	238
15	—	17130	= $\frac{1}{2}$	—	87

Sin horologium minuta secunda indicans in promtu non sit, ex numero pulsuum in manu obseruato, distantia nubis fulmineae aestimari poterit. Solet enim in homine robusto et bene valente arteria singulis horae minutis primis septuagies vel octogies et intra 6 minuta secunda septies octiesue pulsare. Notandum tamen est, metu subinde et terrore pulsum ita concitari vt consuetus eius numerus intra minutum primum ictibus 25 vel etiam pluribus augeatur. In feminis plerumque paullo lentior est. Vid. HALES's *Haemastaticks* Exp. VIII. 8.

et

et Exp. II. 7. et SAVVAGESII annotationem ad hunc locum.

CVM tonitru prima vice tardius, altera citius post fulgus auditur, indicio id est, nubes fulmineas appropinquare, si nempe eaedem semper nubes fulminant.

IGNORATVR *hactenus, qui finis sit temporis, quo interiecto post fulgur tonitru audiri possit.* Ipse ego fulminantes nubes sine vllo tonitru in distantia quatuor graduum ab horizonte aliquoties obseruaui. Iam si verticalis nubium altitudo supra terrae superficiem quadranti milliaris Suecici aequalis est, cogitur, nubes illas a me visas, 13 milliaris quadrantibus *(fjerdingsvag)* ab oculis meis remotas fuisse; at verosimile est propinquiores fuisse nec vltra milliare remotas. Nunquam autem audiui tonitru, quod à fulgure vltra dimidium minuti primi moraretur.

TONITRVVM *reduplicatio nonnunquam a fulgure per complures nubes vna et simul transeunte proficiscitur.* Sint, A, B, C, D, E nubes ita dispositae, vt scintilla inter A et B transire possit nec non inter B et C et s. p. Iam si A electrificata, reliquae autem vel plane non vel contrario modo electrificatae sint, quatuor fulgura simul existent, nempe inter A et B, B et C, C et D, D et E. Quod cum fit, vere multiplex tonitru audimus. Sed nonnunquam multiplex fragor nascitur vnius tonitru resonitu, quam aliae nubes vel etiam res in terrae superficie collocatae aliaque corpora solida edunt.

ANTE-

Anteqvam electrica fulguris natura demonstrata esset, Philosophi in eius caussa explicanda multum laborarunt. Cartesio visum est, nubes sibi mutuo instar chalybis silicisque, affrictas, ignem et fragorem generare. Vid. eius L. *de Meteor.* c. VII. §. 5. Alii opinati sunt, atmosphaerae inesse quidquam pulueri pyrio simile.

Tonitrv *vehementia* (K) *respondet vi propriae scintillae siue fulguris* (S) *distantiae nubis tonantis* (A) *et aeris expansioni* (E) Hinc $K = \frac{S + E}{A^2}$.

c) Fvlgvr *muris duplex damnum infert.* Nonnunquam enim parietes et fornices vno impetu disrumpit et deiicit; quo infortunio Briuati templum subuersum esse legimus. Vid. *Hist. de l'Acad. Royale des sciences* 1719. Huius rei caussa est vehemens explosio et subitanea aeris mutatio de qua infra ad *q*) nonnulla monebo. Paullo mitius est fulguris genus, quo muri finduntur: quod accidit a. 1630 in turri templi episcopalis Strängnäsiae; a. 1670 in templo S. Nicolai Stralsundiae; a. 1678 in Fano Sundino (*Sunds-Kyrka*) Ålandiae; a. 1699 Vpsaliae in templo Danico (*Danmarks-Kyrka*); a. 1702 Vesterasiae in templo episcopali; a. 1740 in caminis aedium Schwingbolstadiae dioeceseos Östervalensis; a. 1764 in domo quadam Christianstadii, vt alia exempla in Suecia obseruata taceam.

Alias

Alias fulgur in vno alseroque loco muros tenui foramine perfodit; cuius rei memorabile exemplum visum est a. 1719 in templo Solnano, cum fulgur eius culmine fisso, in catacombas sepulcrales descenderet, hisque derelictis in adyto templi *(uti Sakristian)* rursus adscenderet mediumque culmen trans saxum ingens perforaret nulla fissura in saxo ipso remanente. A. 1760. d. 24. m. Augusti Vpsaliae palatii regii parietes huc illuc a fulgure perfodiebantur. Vid. D. G. Wallerii Dissertatio de hoc argumento scripta. In parietibus ab eiusmodi fulgure tactis, caementum hinc inde fissum diffractumque esse solet; id quod tribuendum est incredibili velocitati, qua fulmen per corpora, quae feriit, procedit.

Memorabile huius rei exemplum d. 21. m. Iulii a. 1757. in specula Astronomica Holmiensi obseruatum est. Fulgur nonnulla caementi gypsei frusta ex duorum conclauium parietibus effregerat, eaque maxima violentia parietibus oppositis impegerat, vbi post trihorium a Cel. Wargentino mollia adhuc et tepida inuenta sunt; quod eo magis mirandum erat, cum haec ipsa conclauia iam per quinque fere annos habitata et hiberno tempore quotidie calefacta fuissent. Toto mense Iulio calor admodum molestus grauisque fuerat, solis dieb. 16 et 18 exceptis, quibus aliquantulum pluerat. Ipso etiam die 21. tum antequam tonitru exortum esset, tum sub eodem, paucu guttae pluuiae ex aere decidebant. Caeterum notandum est, neque extra speculam, neque in crassis eius parietibus praeter illa

illa conclauia modo dicta fulguris vestigia vlla obseruata fuisse. Nescio, an singularis huius phaenomeni ratio ex humore in parietibus superstite, vel ex eo humore quem pluuia in illis deposuerat sufficienter explicari possit. An vero suspicandum est, ipsam fulguris materiam, cum muros penetraret, caementum soluisse et emolliuisse?

d) SAEPENVMERO *accidit, vt fulgur domos spatiosas vel solitarias vel aliis contiguas destrueret.* RYZELIVS Episcopus, in Brontologia sua centum fere exempla memorat templorum Suecicorum, quae fulgur vsque ad a. 1720. vel destruxit vel combussit. Nimis longum foret omnes aedium sacrarum te profanarum ruinas et incendia enumerare, quae inde ab eo tempore vsque in hunc annum fulguris occasione euenerunt.

LIGNVM *et vtensilia ex ligno fabrefacta a fulgure vel incenduntur, vel confringuntur et finduntur.* De incendiis a fulmine ortis infra ad *aa*) plura proferam. Quod autem ligna a fulgure frangantur atque findantur id eius impetui, quo viam suam prosequitur, tribuendum est. Singulare huius rei exemplum narratur a P. L'AMY in *Considerations physiques sur les plus extraordinaires effets du tonnerre* a. 1696. Accidit nempe vt d. 18. m. Iulii a. 1689. Lagnyae (quod Galliae oppidum est) fulgur in templum de coelo delapsum missale in altari collocatum feriret, et verba, in eius pagina mappae altaris obuersa, minio exscripta: *Hoc est corpus meum, hic est enim calix sanguinis* etc. inuerso literarum ordine mappae inprimeret.

Praeterea

Praeterea eiusdem paginae litera initialis, Q, pariter miniata in mappa expreſſa erat, ſed pallidiore tinctu. Credibile eſt, fulgur ad perpendiculum in ſuperiorem canonis miſſalis paginam irruiſſe, ſed, cum atramentum typographicum oleoſam h. e. idioelectricam materiam contineat, literas eo ſcriptas a fulgure non penetrari, ſed tantummodo aliquas atramenti particulas diuulſas, literarum ſerie in ſubiacentem mappam impingi potuiſſe.

RARVM eſt ſtipitem aſſeremue exaridum transverſim a fulgure frangi: lapideas autem columnas, fulminis ictu fiſſas eſſe apud auctores legitur. Plerumque ligna rimas ducunt vel finduntur, vel rumpuntur, pro diuerſa via, qua fulgur proceſſit.

e) FVLGVR *nauibus haud parcere multa exempla teſtantur.* Ea calamitate a. 1300 claſſis Suecica disiecta et tantum non deſtructa fuit. A. 1594. malum vnius ex 44 nauibus Sigismundum regem, poſt coronationem ax Suecia in Poloniam traiicientem comitantibus, fulgur disrupit; idem a. 1715 nauem in portu Kroneſlott accenſo pulueris pyrii penu diſploſit. Recentiora exempla in Transactionibus Philoſophicis Anglicanis Vol. XLVI. p. 111. narrantur. Huc pertinent nauis Iohannis Waddels nauarchae a fulmine deſtructa: malus triremis Bellonae 74 bombardis armatae, a. 1762. m. Ianuario a fulgure fiſſus, alia. Eodem anno 1762 nauem Anglicam Noueboracum teudentem fulgur feriit eiusque malum et vela cum rudentibus ambuſſit, acum nauticam turbauit, vnumque ex nautis vehementer ſauciauit, reliquis attonitis et terrore

proſtratis.

proſtratis. Vid. *Phil. Transact.* a. 1762. p. 629. ſeq. Caeterum nauigantibus longe crebriora grauioraque pericula metuenda fore exiſtimo, niſi aqua fulminis materiam abſorbens eos circumflueret. A. 1760. d. 24. m. Auguſti fulmen Vpſaliae a palatio regio in riuum ſubiectum ſe demiſit. Eodem menſe fulmen in Holmiae ſuburbio Ladugårdsland horreum foliis nicotianae ſiccandis deſtinatum petiit, vnde per decliuem collem muſco veſtitam in vicinum paludem ſe demerſit. *)

f) FVLGVR *nonnunquam acum nauticam abnormem reddere* experientia multiplex centum et quod excurrit annorum docuit. Sic, v. c. in naue anglica, in inſulam Barbados proficiſcente, non modo malum vela et rudentes disruptos, verum etiam acus nauticas turbatas fuiſſe memoratur. Vid. *Iournal des Sciences* 1. Mars 1677. Idem accidit a. 1681. vid. *Philoſ. Transact.* No. 157. 127. et in exemplis antea citatis, aliisque plurimis. Hinc apparet, fulgur polos acus magneticae vel deſtruere vel ita mutare, vt polus borealis auſtralis fiat, et vice verſa. Chalybem vel ferrum fulgure tactum magneticam vim adipiſci, cum alia multa, tum etiam exemplum a CORKSONO (in *Philoſ. Transact.* No. 437.) narratum, manifeſto docent. Mercator quidam cultros furcasque trans mare venum mittendos in ciſta condiderat. Dum nauem expectat, fulmen in domum delapſum tum multa alia disiicit

*) — *men riſtade vag uti maſſan, ſ ofver en bärgſluttning och gick ned i träſket.*

disiicit destruitque, tum inprimis cultros illos furcasque in validos magnetes conuertit.

Electricitate *artificiali idem efficitur.* Franklinus hoc primus et omnium felicissimo tentauit, cum acum chalybeam quatuor lagenarum electricarum fulmine magnetizari viderit. Acus ita collocata, vt altero suo extremo versus orientem altero versus ocidentem conuersa sit, in eo loco, quo ictus electricus eam tetigit, polum septentrionem acquirit. At si acus inter septentrionem et austrum media iacet, quocunque demum eius loco scintillam electricam immiseris, septentrionalis extremitas semper septentrionem monstrabit: distinctior autem tum erit polorum diuisio, quam in acu inter orientem et occidentem electrificata. Franklino vero simile videtur, acus magneticae extremitatem australem, si vehementiori ictu electrico feriatur, in polum septentrionalem transmutatum iri.

Evropaeis horum experimentorum repetitio non bene cessit. Obseruatum enim est, acus paruas igne electrico facile liquari, maiores autem perparum ab eo affici. Neminem certe noui, qui Frankliniana experimenta propria obseruatione asseruerit, praeter Bosivm Professorem Wittenbergensem, qui in epistola ad Societatem regiam Londinensem data narrat, se electricitate magnetum artificialium polos inuertisse, destruxisse et nouos polos fecisse. Inde Wilsonvs quatuordecim experimentis idem efficere tentauit, quorum tamen nullum votis respondit. (Vid. Ej. *Treatise on Electricity* ad finem.) Vsus autem est magnetibus artificialibus

bus Knightii 8 pollices longis. FRANKLINVS putat tentamina ob nimiam magnetum longitudinem, et electrificationem iusto debiliorem haud successisse.

g) ARBORES *optime vigentes a fulgure laeduntur, sed non eodem vbique modo.* Aliae enim finduntur, vel saltim cortice priuantur. Id salicibus in villa Knifvinge a. 1744. accidit, (Vid. *Act. Acad. Suec.* a. 1749.) tribusque aliis arboribus prope Lidköping a. 1753.

ALIAE *arbores a fulgure tactae mediae rumpuntur et in fragmenta innumera dehiscunt.* Exemplo est abies vetusta in parochia Hassled, quam a. 1741. fulgur feriit, diffregit, radicitus fidit, fragmentaque ligni et corticis ad aliquot orgyarum distantiam proiecit. De quercu, septem vel octo pedum peripheria, a. 1723. in Galliae prouincia Gautinensi fulgure tacta, MAIRANVS prolixa narratione commentatus est. Vid. *Hist. de l'Academie roy. des Sc.* 1724. Haec arbor 28 vel 29 pedes alta in campo spatioso, 500 pedibus a vicina sylua distans, a fulgure in quatuor partes findebatur quarum vna 16 pedes longa, ad 45, altera 22 pedes longa, ad 15 pedum distantiam a caudice proiiciebatur. Reliquae duae partes inde ab arboris fastigio fissae erant, sed paullo propius in terram deciderant. Fragmenta ligni et corticis vsque ad 300 pedum distantiam dispersa erant. Maxima illa arboris fragmenta, nuda cortice sed foliis intemerata erant et in latere terrae aduerso ardebant.

LIGNA subinde a fulgure ita exuruntur, vt praeter carbonem nihil supersit. Vide, praeter alia,

 exem-

exemplum, quod Henry in *Recueil d'obseruations de medecine* 1757. p. 19. commemorat.

Salices fulguri prae aliis arboribus obnoxias esse, nemo mirabitur, qui consideret, acuta illarum folia, lignique materiam spongiosam et humidam alliciendo fulmini peropportuna esse. Rarum tamen est, salices tanto impetu ac alias arbores a fulgure laedi, cum enim humore abundent, fulgur sufficienter abducitur; praeterea ob mollitiem longe minus ac aliae arbores resistunt.

Non ita facile fulguri cedunt arbores, quarum materia robustior est; ipsa vero resistentia impetum augent. Cumulato enim in ipsis igne electrico, humores in vasis ligneis conclusi illico in vaporem dissoluuntur, cuius expansione crassissimi arboris rami diffringi, findi, et longissime proiici possunt. Accedit violentia venti, qui plerumque tonitrua comitatur eorumque vim auget. (Vid. *q*)

h) In *Animalibus fulgure interemtis saepenumero omnis plaga externa abest, certe obseruari oculisque cerni nequit.* Id Richmanni multorumque aliorum hominum, simili fato oppressorum exempla docuerunt. Quid? quod narratur, oues, quas fulgur occiderat, stantes, quasi viuerent, deprehensas fuisse. Vid. Wallerii *Diss. de statu vxoris Lothi* p. 10.

Nonnvnqvam tamen in sideratorum animalium cadaueribus plaga quidem nulla extus apparet, sed ossa fracta inueniuntur. Sic a 1718. Prizwalkii, in Marchia Priegnizensi fulgur duodecim oues feriit

riit humumque proſtrauit, ex quibus octo eo caſu enectae ſunt. Quas cum menſae apponere et coquere vellent ruſtici, omnia oſſa contuſa et commolita carnibusque vndique infixa deprehenderunt. Vid. *Breslauer Sammlungen* a. 1718. p. 1188. ſeq.

Alias *fulgur animalia amburit, vel adeo comburit.* A. 1763. fulmen puerum quinquennem in Parochia Haſslöfenſi occidit, in cuius cadauere lateris ſiniſtri capillos aduſtos, caeterum nihil laeſum eſſe viſum eſt, niſi, quod maculae liuidae in tergo huc illuc ſparſae eſſent. Vid. *Ephemer. Suec.* h. a. In muliere a. 1760. in ſuburbio Holmienſi Ladugårdsland a fulgure tacta, liuida in ventriculo macula et foramen in pectore apparuit. Oxonii duos ſtudioſos in nauicula fulgur occidit, quorum vnus in facie et collo liuorem, vt ab effuſo ſanguine, et maculas nigras, vſturam mentientes, in toto corpore paſſim exhibuit. Vid. *Mem. de Phyſique de toutes les Academies des Sciences* T. I. p. 40. Brookio equiti fulmen manus et oſſa amburſſit. *Ibid.* p. 50. Hartmannvs l. c. p. 121. narrat fulgur paſtorem, qui ſub arbore effugium et tegmen a tempeſtate quaeſiuerat, concremaſſe, cinere tantum relicto, arborem autem fidiſſe. *l. c.* p. 125.

Animalia ſubinde a fulgure interimi nulla plaga externa conſpicua, veteres iam dudum obſeruarunt. Inde Plvtarchvs ait, prae metu animam e corpore auis inſtar euolare. *Sympoſ.* L. VIII. Qu. 2. Iam vero experientia docet, cum fulgure inſignem vaporum ſulphureorum abundantiam coniunctam eſſe; qua re neceſſarium eſt, aerem deſtrui.

Si igitur ob hanc caussam aer vi sua expansiua et elasticitate priuatur, cellulae pulmonum subito concidunt; hoc autem necando animali abunde sufficit. Haec Halesii sententia de caussa mortis sideratorum (Vid. Statical Essays Vol. I. Exp. 114.) cadauerum incisione confirmatur, ista enim pulmones laxos cellulasque eorum vacuas ostendit. Vid. *Recueil des prem. mem. de l'Acad. des Sc.* Vol. I. Necem etiam inferre possent, minimarum corporis particularum conturbatio et commotio, vel inflammatio interna et s. p. qua de re Physiologi decernant.

Credibile est, subitaneam fluidorum stagnationem tantum totius corporis rigorem inducere posse, vt animal enectum in eo statu, quo oppressum est a fulgure, permaneat. Rarissima tamen sunt huius phaenomeni exempla.

Ossa intemeratis carnibus comminui non mirum est, cum sine renisu vis nulla magnum effectum edat. Scilicet carnes ob mollitiem impetui facile cedunt, ossa autem firmitate sua et resistentia vim corpus petentem augent. Adde, quod ossa electricitatem difficilius quam carnes admittunt et propagant, vnde cogitur illa grauius a fulmine affligi.

De ambustione et vulneratione, cuius causa fulgur est, paullo inferius ad *aa*) plura proferam. Caeterum, qui siderati pereunt, placidissimo mortis genere opprimi videntur, cum momento citius exanimes fiant, et ignis dolorem plane non sentire videantur.

i) Ani-

i) ANIMALIA *nonnunquam a fulgure tanguntur vita superstite.* Subinde, vt ab ictu electrico, prosternuutur, vel animi deliquium patiuntur; quod a. 1716 d. 31. Iulii manipulo militum Helsingensium Stocksundiae accidit, qui tacti a fulgure subito conciderunt nec tamen grauius quidquam passi sunt. Cum nuper Do. Hay, optioni, nonnulla experimenta electrica monstrarem, is occasione doloris a concussione electrica validiori percepti protinus ictus fulmini meminit, quem anno 1759. vel 1760. senserat, cum in itinere in Indiam Orientalem inter nauticos milites stipendia mereret. Narrauit mihi, fulgur iuxta nauis malum delapsum, in mare per rimam quandam properasse, nullo damno illato, nisi quod maxima pars nauigantium semanimes et stupefacti conciderint. Idem passi sunt aliquot homines, in templo Stae Clarae, nuper a fulgure tacto; quod mihi narrauit Cl. KLINGENSTERN Eques et Secretarius Status.

QVOS fulgur feriit nec tamen necauit, hi, postquam expergefacti sunt, nescire solent, quid sibi acciderit. A. 1763. d. 10. Iulii. fulgur in Smolandia in domum rustici cuiusdam incidit. Erant ibi duodecim homines, qui omnes attoniti prosternebantur, cumque paullo post ad se rediissent, nullius rei memores erant, nisi quod ex vaporibus aliisque signis domum a fulgure tactam esse, coniicerent. Eodem fere modo WILKIVS cum forte catenas abductorias machinae electricae (*aflosnings-Kedjor*) tetigisset, valido ictu perculsus, humi procidit, ignorans ipse quid secum factum esset. Pariter

riter FRANKLINVS duarum lagenarum electricarum fulmine ex improuiso percussus, neque fragorem audiuit, neque scintillam vidit, et aliquot momenta velut semanimis torpuit. Hoc est quod OVIDIVS habet:

— — — — Iouis ignibus ictus
Viuit et est vitae nescius ipse suae.

ALIQVIBVS *a fulgure tactis, sensu vno alteroue priuari accidit.* Coecitas haud infrequenter ab hac causa nascitur, quam etiam in pullis et columbis electricitate machinatus est FRANKLINVS. Audiui, a. 1760. optionem quendam in Smolandia per sex septimanas coecum surdumque fuisse, cum haud procul ab eo fulgur puerum iugulasset. Idem in Hibernia viro et mulieri accidisse legimus. Vid. *Breslauer Samml.* 1717. p. 157. A fulgure illo, quod in rustici Smolandici casam incidisse supra narraui, mater familias in dextra manu et alius quidam rusticus, in digito, quo fistulam tabacariam tenebat, resolutionem neruorum sensit. Hamburgi, cum turris S. Petri a fulgure accensa fuisset, iuuenis quidam per aliquod tempus mentis absentiam passus est. Vid. *Bresl. Samml.* 1717. p. 62.

ALIAS *variae animalium partes a fulgure amburuntur.* SCHEVCHZERVS refert, puellae cuidam brachium, velut ab ardente oleo ambustum, simul aquam in vitro, quod illa manu tenebat, percalefactam esse. Vid. *Bresl. Samml.* 1718. p. 1081. In illa casa villica, iam saepius citata, vnus ex rusticis pro mortuo habebatur; collum eius a fulmine

pertusum

pertuſum, pectus aduſtum erat. Is tamen poſt duas horas vitae ſigna edidit, et aliquot diebus praeterlapſis loquelae vſum recuperauit, manente vtcunque pectoris capitisque dolore. Alius ventris laeſionem et quandam femoris luxationem perpeſſus eſt, qui, cum ad ſe rediiſſet, dolores vagos per totum corpus, neruorumque rigorem et ambuſtionis dirum cruciatum adhuc ſenſit. A. 1752. d. 19. m. Iulii fulgure in templum Alvae, qui pagus Gothlandiae eſt, delapſo, multi in concione acerbum dolorem ſenſerunt, ſed absque grauiori noxa; oratori autem, qui in ſuggeſtu ſacro erat, collum humerique ambuſti ſunt, capillamento ſimul accenſo. Vid. *Act. Acad. Suec.* a. 1753.

Mvltis *exemplis compertum habemus, ſaepenumero, inter plures vnum alterumque a fulgure necari, reliquis intactis.* Ita Plinivs Hiſt. Nat. Libr. II. c. 53. *Marcia, princeps Romanorum,* inquit, *icta grauida, partu exanimato ipſa citra vllum incommodum vixit.* Et Hirſchbergae fulgur a. 1702. in domo mercatoris heram et ancillam occidit, puero, quem ancilla brachiis gerebat, pepercit. De Hieronymo Fracastorio memoriae proditum eſt, eum ſedentem illaeſumque in gremio matris a fulmine enectae, deprehenſum fuiſſe. Vid. Freheri *theatr.* 12. 34. Martinvs Lvthervs, Alexio itineris comite et amico ſuo, a fulgure iuxta ſe exanimato, praeter terrorem nihil graue perpeſſus eſt. Vid. Frischs *verdeutſchter Seckendorf* col. 51. Sic etiam a. 1761. d. 7. m. Iunii in parochia Smedſtorpenſi diſtrictus Chriſtianſtadenſis, fulmen ex

tribus pueris vna sedentibus natu maiorem nouem annorum occidit, offibus tamen non fractis, alterum in animi deliquium adegit; tertium quinquennem humi prostrauit. Vid. *Ny Mercur* 1761. p. 92. A. 1763. d. 2. m. Augusti cum fulgur in villa quadam ad Westeras stabulum incendisset, villicus accurrit, vt ignem extingueret: at fulmine iterum delapso boues duo perierunt, ignis denuo vndique erupit. Ille filium, sedecim annorum puerum, iubet vicinos sibi auxilium laturos accersere; sed tertio fulmine tactus puer non procul a patre exanimis concidit, cuti totius corporis adusta. Patrem tamen vicinorum auxilium e mortis faucibus eripuit.

Similia *patrat electricitas artificialis.* Si enim in circulo multorum manus iungentium lagena electrica exoneratur, illi quidem omnes succussum sentient; at extra circulum, vtcunque proxime adstes, dummodo manus non implectas, nihil vnquam percipies. Et catena electrificata, cuius fulmen alias lethale foret, manu impune contrectari potest. Plerumque autem conditiones ignoramus, sub quibus fulgur in hunc vel illum locum incidat; vnde et hoc fluit, nos vt plurimum ignorare viam fulminis, et caussam, cur nulla alia via processerit. Sed nullum est dubium fulmen materias sectari, quae illi abducendo aptissimae sunt.

k) Varia *homines excogitarunt artificia, quibus fulmen averti possit.* Pontificii securitatem sibi promittunt a sonitu campanarum baptizatarum; sed quam

quam abſurda ſit ſpes iſta, demonſtrauit Deslandes in *Hiſt. de l'Acad.* 1719. referens, in ora Galliae maritima inter Landenaum et St. Paul de Leon d. 15. April a. 1718. viginti quatuor templa a fulgure tacta fuiſſe, campanarum impulſu necquicquam in auxilium vocato. Idem addit fulmen, aliis templis, quorum campanae ſiluerant, peperciſſe.

Alii, ſed inutili conſilio, bombardarum exploſionem ſuaſerunt.

Primvs omnium Franklinvs argumentis a ratione et experientia ductis a. 1749. praeſidia demonſtrauit, quae ſecuritatem a fulgure polliceantur. Vid. Eivs *Experiments and Obſervations on Electricity made at Philadelphia.* Lond. 1751. Fulguris natura electrica manifeſtata, ſuadet domos in ſupremo culmine perticis ferreis acutis et in cuſpide deauratis, munire, et ex his filum ferreum ſuſpendere, quod iuxta parietes ad terram deſcendat. Quae etſi ingenioſe Franklinvs propoſuit, duo tamen emendanda occurrunt. Primum enim, licet filum ferreum abducendo fulguri ſufficere concedam, patet tamen illud fulguris occaſione liquari poſſe, quo neceſſarium eſt, interrupta deriuatione periculum augeri. Deinde vero hac ipſa re fulmen quod a terra adſcendit, neutiquam deflectitur.

A. 1753. Winklervs in diſſertatione Lipſiae edita aliud artificium propoſuit. Nempe ſperat, ſecuritati conſuli, ſi domus tegantur materia electricitatem abducente, et a tecto corporibus idioelectricis

lectricis interpositis descriminata. Porro iubet, ab illo tegmine catenam ferream demittere, cuius extremus finis sub horreo ad hoc exstructo per sericea fila cum terra iungatur. Ad catenae extremum annulus appenditur, et non procul ab isto contus ferreus in terram defigitur. Iam si fulgur tegmen feriat, domui tamen parciturum esse WINKLERVS existimat; hanc enim securam praestare discrimina ex idioelectricis materiis parata, et catenam fulgur deriuantem et per annulum in extremo suo conto ferreo in terram defixo tradentem. Equidem structurae molestiam exprobrare nolo; at, licet probe intelligam, fulgura desuper incidentia hoc modo abduci posse, tamen, cum fulgur nonnunquam ex inferioribus sursum adscendat, WINKLERI inuentum parum auxilii ad hunc casum polliceri persuasum habeo. Fatetur etiam vir optimus apparatum suum obliquos fulminis ictus auertere non posse.

l) POPVLARIS erat veterum Teutonum Suionumque opinio, lapides quosdam de coelo mitti, quos *Thors-vigger (Donnerkeile* i. e. Lapides Ceraunios s. Belemnitas) vocabant. Scilicet superstitiose fabulabantur, Deum gentilitium *Thor* lapidibus armatum per aerem grassari, eosque in daemonum capita iaculari. Alii, coelo tonante putabant Thorum illum cum aliis Diis dimicare, cui vt auxilium ferrent, malleis tonitrualibus *(Thors-hamrar)* muros et dolia pulsare sagittasque in aerem vibrare solebant. Vid. BAZ. Hist. Eccl. p. 126. IOH. MESSEN. Scandin. T. I. ad a. 306. Mallei isti

isti Christianismo introducto per aliquod tempus adhuc in vsu fuisse videntur; legimus enim Magnum Nilson, Daniae principem a. 1134. eiusmodi malleum tonitrualem ex Suecia secum abstulisse. Vid. SAXO GRAMMAT. L. XIIX. MESSEN. T. XII. p. 89.

VETERES Romani Iouem suum simili modo armatum fingebant. Hinc OVIDIVS canit:

Inque Iouis dextra fictile fulmen erat.

CAETERVM tres notandae sunt Philosophorum de lapidibus Cerauniis sententiae

I. ALII putant, fabulas esse, quaecunque de huiusmodi lapidibus narrantur; ipsos autem lapides, ceRauniorum nomine celebratos, secespitas, vel instrumenta bellica esse, in quibus manuum opera artisque labor haud difficulter appareat; multos denique in hoc genere esse silices rudes casu in eo loco, quem fulgur feriit, congestos. Sic fere sentiunt ROHAVLT *Phys.* P. III. c. 16. STVRMIVS *Phys. exper.* Lect. III. c. 6. VATER *Phys.* p. 539. VERDRIES *Phys. p. Sp.* c. V. 8. 9. et alii.

II. VISVM est aliis, cum fulgure veros lapides in terram decidere: quorum opinio ab Arabibus repetenda videtur, cum ante AVICENNAM nemo sic statuerit. Hi autem in generatione lapidum istorum explicanda dissentiunt; aliis existimantibus, eos ventorum impetu in aerem proiici indeque decidere: aliis contra lapides in ipso aere nasci opinantibus. Ita CARTESIVS, *Fulmen, ait, interdum in lapidem durissimum omnia obuia rumpentem*

et

et disiicientem conuerti poteſt, ſi penetrantibus ſuis exhalationibus multae aliae pingues et ſulphureae immiſceantur, praeſertim, ſi craſſiores etiam adſint: Similis ei terrae, quae in fundis vaſorum, in quibus collecta eſt aqua pluuia, ſubſidet. Quemadmodum experientia diſcimus, ſi huius terrae, nitri et ſulphuris certas partes ſimul miſceamus miſturamqne iſtam incendamus, illam momento temporis in lapidem quendam concreſcere, Vid. Cartesii Meteor. c. 7. §. 10. Sperlettvs autem et Bodinvs exiſtimabant, hos lapides aeris calore naſci, quemadmodum calculi in veſica aliisque animalium viſceribus concreſcunt. Lessero placuit peregrinas particulas aeri admiſtos ardore radiorum ſolis a nube concaua tanquam a ſpeculo ardente reflexorum, colliquari, liquefactas autem et materiae cuiuscunque obuiae acceſſu auctas, in terram decidere. Vid. *Lithotheol.* p. 131. ſeq. Sunt etiam, qui ex globis igneis cum fulgure nonnunquam delapſis ceraunios illos lapides generari putent. Vid. Kraft *Phyſ.* P. III. p. 316. et Borelli *Cent.* III. obſ. 86.

III. Vltimo loco eorum commemoranda eſt ſententia, qui putant lapides ceraunios in locis, quae fulgur ferit, fuſione compingi. G. Agricola in *Orig. ſubterr.* L. V. huic ſententiae adſtipulatur, quam Stahlivs deinde argumentis ab experientia ductis exornare annifus eſt. Hic praeter alia refert, virum quendam, dum terram effoderet, reperto ibi exiguo foramine, ſibi praedixiſſe, lapidem ceraunium ſubtus latere. Hunc vere mox repertum fuiſſe; virum autem illum aſſeueraſſe, ſe multiplici expe-

experientia lapidum cerauniorum indicia probe noſſe. STAHLIVS igitur veroſimile habet, hanc materiam a fulgure liquefactam eſſe, et parata ſibi via in terram penetraſſe. Vid. *Experim. Obſ. et animadv. Chem. et Phyſ.* n. 134. WALLERIVS arbitratur, a fulgure in terram delapſo, niſi metallicam materiam offendat, lapides ceraunios formari haud poſſe: documento eſſe horum lapidum ſpeciem ſcoriis plerumque ſimilem. Vid. EJ. *Diſſ. de lapide tonitruali.*

QVI putant, lapides a vento ſurſum rapi, et per aliquod tempus in aere ſuſtineri, ſententiam naturae rerum et experientiae contrariam; hinc omnino abſurdam, fouent. Nec vero magis audiendi ſunt, qui lapides tonitruales in aere ex ſulphure, terra ſalibusque commiſtis et concretis naſci ſtatuunt; horum enim plane nihil eſt, quod ſolida forma in atmoſphaerae regione ſuperiori contineatur. Caeterum in nonnullis locis, vbi fulgur in terram decidit, aliquid colliquari et in lapidis formam compingi poſſe, non modo poſſibile, verum etiam credibile eſt, cum notum ſit, fulgur communi electricitatis lege corpora metallica ſectari et paſſim liquefacere.

m) ELECTROLOGIAE prima initia inde a ſexto ante Chriſtum natum ſeculo repeti poſſunt. Iam tum enim Philoſophis innotuerat, Succinum, quod *Ἤλεκτρον* Graeci vocabant, frictu acquirere facultatem paleas aliaque leuia corpuſcula attrahendi. Recentiora tempora facultatem illam Electricitatis nomine ab Electro ducto inſigniuerunt. Huius

natura

natura vsque ad trigesimum seculi, quod viuimus, annum non amplius explanata vel dilucidata est, nisi quod plura inuenta fuerint corpora succinum appetitu corpusculorum leuium aemulantia.

A. 1731. Gray, Philosophus Anglus, inuenit, vim illam aliis corporibus communicari et ab iis seruari posse. Sed constat, ante hunc Ottonem Guericke ab inuentione ista haud procul abfuisse. Inde a. 1733. Du Fay cum se ipsum funibus sericeis sustentatum electrificasset, et auri foliolum pedi suo adhaerens ab alio quodam auferri iussisset, punctionis quendam sensum, simulque strepitum leuem obseruauit, quem vtrumque a scintillis igneis produci, per experimenta iterata constitit. Ex hoc tempore multi frustra laborarunt scintillis electricis ignem accendere: donec a. 1744. Lvdolphvs exercitus Borussici medicus in consessu Academiae Berolinensis Spiritum Frobenianum (Aetherem Vitrioli alias dictum) eo artificio inflammari docuit. Ab hac inuentione recentius electricitatis aeuum orditur, quo maxima incrementa capessiuit. Nam anno sequente 1745. d. 11. m. Octobris, Kleistivs Capituli Caminensis canonicus praeter alia multa etiam ictum electricum inuenit, istamque obseruationem d. 4. Nouembr. Lieberkühnio et d. 28. ej. m. Pavlo Swietlickio Pastori Dantiscano communicauit. Hic posteriori loco nominatus Kleistii epistolam in Societate literaria Dantiscana recitauit. Summa inuentionis Kleistianae erat, clauum metallicum intra lagenam vitream in hydrargyrum vel vini spiritum demersum et electrificatum scintillas

et

et succussus validos edidisse. Interea ALLAMANNVS Academiae Lugdunensis Batavae Professor, ignorans adhuc, quae Kleistius inuenisset, casu fortuito, dum vitrum aqua plenum, cui immersum erat filum ferreum ex conductore electrificato suspensum, manu tenet, alteraque manu ex ferreo filo scintillam elicit, vehementi ictu se percuti sensit. Inde multorum experimentorum occasio exstitit, in quibus vitrum Bohemicum electricitati augendae aptissimum esse apparuit. Diebus aliquot praeterlapsis MUSSCHENBROEKIUS tentamen instituit, cum globo vitreo quinque pollices lato et aqua pleno, tantoque ictu se perculsum sensit, vt etiam REAVMVRIO (mense Ianuario a. 1746.) scripserit, se tonitru arte excitasse, sed nullo pretio, vt experimentum periculi plenum repetat, adductum vnquam iri. Vehementer autem dubito, an eximius ille vir tantam electricitatis vim senserit, quantam nunc, arte magis exculta, procreare possumus. ALLAMANNVS aliquot diebus serius de obseruatis suis ad NOLLETVM scripsit. Vid. *Act. Societ. Dantisc.* T. II. p. 427-429. TREMBLEY *Epistola* d. d. 4 Febr. 1746. in *Philos. Transact.* n. 478. Art. XI.

OBSERVATIONIBVS istis electricitas hactenus fere contemta, in dies magis inclaruit, coeptumque est maiora eius opera et effectus coniectura praecipi. GRAY omnium primus similitudinem electricitatis cum fulgure agnouit. Vid. *Philos. Transact.* No. 436. An. 1735. Accuratius eam demonstrarunt MVSSCHENBROEKIVS l. c. WINKLERVS (*Stärke der Electric.* 1746.) et ELVIVS in Act.

Acad. Suec. 1747. p. 167. FRANKLINVS autem in epiſtola quarta a. 1747 vel 1748. pro certa et indubitata re habet, fulgur ex electrico igne naſci, et ex hac cauſa illius naturam optime declarari poſſe confidit. Paullo ſerius modum propoſuit, quo nubium electricitas inueſtigari poſſit. A. 1748. NOLLETVS in *Leçons de Phyſique* T. IV. p. 344. de fulmine vt electricitatis phaenomeno nonnulla diſputauit. Burdigali a. 1750. Diſſertatio in lucem prodiit ſub titulo: *Sur le rapport, qui ſe trouve entre les phénoménes du tonnerre et ceux de l'Electricité, qui a remporté le prix au jugement de l'Academie Royale des belles lettres, ſciences et arts; par Mr. BARBARET, Medecin à Dijon.* Auctor multa docet fulguri cum electricitate communia eſſe; ab vtroque enim lucem, ignem, velociſſimos effectus, metallorum fuſionem, mortem animalium ſine laeſione viſibili, denique odorem ſulphureum obſeruari. Sic ſenſim hypotheſis illa de electrica fulminis natura magis magisque exornata eſt; donec DALIBARDIVS ea quae FRANKLINVS propoſuerat, reuera efficeret, et confirmaret.

n) VIDIMVS fulminis cum electricitate affinitatem, quam ſola coniectura fulti hactenus ſtatuerant, experimentis demonſtratam fuiſſe. Quod cum ex voto ſucceſſiſſet, naturae ſcrutatores vlterius progreſſi ſunt, nihilque intentatum reliquerunt, quo fulmen, cuius naturam hactenus plane ignorauerant, accuratius inueſtigarent ſuisque experimentis ſubiicerent.

More

More giganteo virtus electrica scandit,
Audax turba simul nunc elementa mouet.
Elicit e grauibus sulphur quasi nubibus ad se
Ignibus vt coelum reddat inerme suis.

Ab initio tamen, vt in noua re, imprudentia et imperitia obseruatorum multum molestiae ipsis exhibuit, ita vt vnus eorum, idemque ex doctissimis, mortem inter periculosa ista tentamina oppetierit.

Iam passim perticae ferreae acutae erigi coeptae sunt, ex quibus Monnierivs in oppido St. Germain en Laye, et Nolletvs in Palatio Regio (*Louvre*) Parisiis, primo statim experimento, scintillas, coelo tonante, prolicuerunt. Idem successit Romasio, Neraci. Nec euentus fefellit eos, qui Bruxellis et in Anglia idem tentarent, vt Winklervm Lipsiensem, Bosivm Wittenbergensem, Mylivm et Lvdolphvm, Berolinenses, aliosque multos taceam. Bononiae a. 1752. d. 27. m. Iulii Verattvs cum aliis in specula astronomica experimentum cepit. Ex his cum vnus ferream perticam manu prehenderet, alter catenam contrectaret, tertius denique in sedili ex serico considere vellet, omnes vno temporis momento globum igneum conspexerunt, cum fragore coniunctum, quem homines in vrbe pro tonitru habuerunt. Simul primus in dextro latere vsque ad extremum pedis digitum, alter in brachiis et pectore, tertius in brachiis et pede succussum cum acerbo dolore sensit. Florentiae De la Garde hoc tentamen instituit. Catenam paruam cum appenso globo aeneo, coelo tonante ea distantia a catena magna

 perticae

perticae fulmen abducentis circumuibrauit, vt scintillae ex pertica prolicerentur: sic fulmen repente non ex aere sed ex pertica delapsum est, catenam totam igne circumfundens et pyroboli instar crepitans; DE LA GARDE simul tantam succussionem sensit, vt catenam illam paruam ex manibus proiicere, et prae terrore et dolore titubare cogeretur. A. 1752. FRANKLINVS in domus suae culmine perticam erexit, adfixis campanis, quas appropinquante fulgure tinnire expertus est. Idem draconem electricum eodem anno inuenit, quo deinde ROMAS et LINING, ille Neraci, hic in Carolina australi vsi sunt. A. 1753. MAZEAS in castello Marechalli de Noailles apparatum electricum exstruxit, cuius auxilio varia obseruauit postea narranda. CANTONVS etiam Londini fulminis naturam electricam experimentis comprobauit. Petropoli RICHMANNVS a. 1751. experimenta sua exorsus fuerat eo inprimis consilio, vt electricitatis artificialis et coelestis mensuram et relationem mutuam inueniret. Is a. 1752. d. 9. m. Augusti electricitatem in suis instrumentis ita cumulatam sensit, vt velut a frigore inhorresceret, et scintillae per brachium adscendere viderentur. D. 31. m. Maii a. 1753. tanto cum fragore electricus ignis proruupit, vt in conclaui tertio (*tre rum ifran*) audiri posset. Sed d. 6. m. Augusti Vir optimus inter experimenta sua diro fato oppressus est, suoque exemplo multos a continuandis his tentaminibus absterruit. De his infra pluribus exponam.

PRO-

Prolixior horum omnium, quae hactenus retuli, narratio legitur in Nolleti *Lettres ſur l'Electricité*, in *Phyſikaliſchen Beluſtigungen*, et *Philoſ. Transact.* a. 1752. et 1753.

In Suecia fulguris electricitas propriis experimentis primum confirmata fuit, a. 1755. Die 29. m. Iul. huius anni Fernervs Vpſaliae perticam in ſpecula aſtronomica erectam prima vice electricitatis ſigna edere vidit, quo tempore et ego adfui.

o) Nolletvs dubitationes iſtas in epiſtola ſeptima proponit. Idem in epiſtola ſexta argumenta promittit, quibus vis cuſpidum electricitatem abducendi in dubium vocetur, adeoque tota Franklini hypotheſis refellatur. At, licet non negauerim, Franklinvm nimis magnifice de vi illa ſentire, tamen ſententiae ipſius veritas ſalua manet. Vero ſimile autem eſt, vim cuſpidum abducentem eo latius patere, quo maior ſit circuli electrici (*electriſka Kretſans*) ambitus. Sit A B C diameter conductoris electrificatione atmoſphaeram vsque in F porrectam nacti; tum credibile eſt, cuſpidem nihil ſubripere poſſe niſi F attigerit; atmoſphaera autem in E concentrata et retracta, cuſpis iterum nihil ſubripere poterit, et ſ. p. In extremis atmoſphaerae ſtratis denſitas minor eſt, vnde cogitur, electricae materiae minorem copiam in cuſpidem tranſire, et ſub eius introitu nullam lucem apparere, quae tamen protinus conſpicitur, cuſpide in atmoſphaeram electricam altius immerſo.

 p) Iam

p) Iam *si compares fulminis effecta cum Electricitatis artificialis phaenomenis*, facile persuadeberis, vtramque vim longe minus ac hucusque creditum fuit inter se discrepare. Age igitur, singulatim haec consideremus.

I. Fvlgvr *arbores accendit, easque interdum sed raro tamen vigentes et virentes comburit.* (Vid. *g. aa.*)

Sic etiam Electricitate varia corpora combustibilia accendi possunt; praeter alia puluis pyrius. Nec dubium est, electricitate admodum aucta ligna resinosa accensum iri, praesertim si pice oblita vel musco arido et inflammabili tecta sint. Succis arborum virentium semper pro diuerso harum genere maior minorue particularum inflammabilium copia inest. Equidem nescio nomen et genus arboris a fulgure concrematae, cuius mentionem supra ad *g)* inieci. Nullus autem dubito, ictum electricum, eo, quem hactenus arte producere possumus, decies pluriesvè vehementiorem idem fere quod fulgur praestiturum esse, tum suo impetu et igne, tum arboris ipsius renisu, quo necessarium foret fibras ligni in eo loco, quem ictus ille feriret, comburi.

II. Fvlgvr *vitra et ferrum liquefacit*, raro tamen nisi in ea parte, quae tenuissima est. *aa)* Wilkivs electricitate paruos globulos ferreos ita liquauit, vt inter se conglutinarentur, electrico igne in eos, tanquam in conductorem deriuato. At si ferrum hoc artificio fundi potest, nullum dubium

bium eſt, alia etiam metalla, et vitrum, quae mitiori calore liquefiunt, eodem modo colliquari poſſe.

III. Fvlgvr *arbores findit, raro tamen* aſſeres *transuerſim* abrumpit. (Vid. *d.*) Tubus vitreus dimidium pollicem craſſus et puluere pyrio plenus, electrica ſcintilla admiſſa, horrenda cum exploſione in fragmenta innumera diſſilit. Idem fit, ſi tubum vitreum aqua vel hydrargyro plenum adhibeas. Cauſſa eſt vaporum ex materia intus concluſa ſubitanea euolutio, qui ſummo cum impetu tubi parietes diſrumpunt. Idem vaporum expanſorum impetus efficit, vt arbores in vigore conſtitutae fulgure in eas delapſo rumpantur vel findantur: contra exſucca aridaque ligna percuſſione ſola diſrumpi in ſequentibus demonſtrabitur.

IV. Fvlgvr *muros et ſaxa perfodit.* Ad *c*) dixi electricam materiam incredibili celeritate procedere et ſpatium 900 orgyarun breuiſſimo nec menſura vlla definiendo tempore percurrere. Hinc tanta etiam eius vis eſt, vt quinque chartarum manipulos (*böcker*) vno ictu perforet. Fac autem vim iſtam eo vsque augeri, vt quinquaginta manipulos chartarum perfodiat, vix dubitari poteſt, eam in tantum auctam fulgur ipſum in pertundendis muris et ſaxis rumpendisque tignis robuſtiſſimis ſuperaturam eſſe. Videmus fornices ex lateribus exſtructos ſola aeris mutatione rumpi disiicique poſſe: nam quo magis aer ſuperior extenuatur, eo vehementius aer ſubterraneus renititur; hinc mirum non eſt fornicem ab inferioribus partibus mi-

nori vi perrumpi. (*et hvalf ar nedifran med liten Kraft skadadt.*) Simili fere modo, dum aer sub fornice valde expanditur, et elasticitatem maiorem nanciscitur, aeris externi aequilibrium tolli necesse est, vnde compressioni resistere nequit. Caeterum nullum dubium est, vapores etiam maiori vel minori copia cumulatos expansione sua repentina plurimum ad vim aeris augendam facere.

V. Fvlgvr *animalia mutilat, laedit vel interficit.* (Vid. *h. i.*) Franklinvs ictu electrico quatuor lagenarum Leydensium meleagridas occidit, licet lagenae non omni quam capere poterant electro onustae essent. Nescio, an in maioribus animalibus huiusmodi experimenta quisquam ceperit. Franklinvs ipse duarum lagenarum ictum inuitus proprio excepit corpore, a quo grauem superiorum partium tremorem (*darrning*) manus tumorem, ceruicis brachiique alterius rigorem, pectoris dolorem septiduum durantem, et ab initio surditatem passus est. (Videsis Franklini *epistolas* ex edit. Wilkii p. 199.) Pariter Wilkivs ictu electrico inopinato percussus obnubilatis sensibus concidit, mox sensationem singularem et vix describendam totum corpus penetrantem capitisque ardorem, denique phlyctaenam in pede efflorescentem expertus est. (Vid. *epistol.* modo laudat. p. 311.) Quae cum considero, tantum non persuadeor, ictum electricum intensius auctum, hominem necare posse. Neque maiori vi opus est; vt v. c. sexaginta vel septuaginta animalia vno ictu occidantur, quod a fulgure nonnunquam fieri notum est. Dum enim

vnum

vnum animal necatur, nullum eorum quae in deriuationis electricae circulo (*afflosnings-rings*) constituta sunt, mortem effugiet.

Ex his omnibus, ni fallor, colligi potest, *fulgur electricitatem artificialem nunquam decies maiore vi excellere saepe autem hanc vix superare.* In hac comparatione vehementissima fulguris effecta ante oculos habui, ita tamen vt nihil tribuerim turbinum typhonumque vi accessoriae, quae vel alias, absente etiam fulgure maxima violentia saeuit.

q) Scintillas *electricas explosiones et fragores insignes comitantur.* Si aurum vitro inurere volumus, tenuis metalli lamella inter duas tabulas vitreas ita collocatur, vt duo eius extrema e regione paullulum promineant. Tum lamina ista aurea in deriuationis electricae circulo collocatur. Iam, si lamina ista in medio disrupta vel de industria intercisa sit, et materia electrica scintillarum forma per lacunas progredi cogatur, vitrum in eo loco sola electricitatis explosione perfodi et minutim confringi videbis. Porro, si duo corpora electricitati ducendae idonea ita disposueris, vt inter vtrumque transeunte electro scintillae in conspectum prodeant, lamellae tenues lapidis specularis iuxta duo illa corpora ex filis sericeis suspensae, eo ipso momento, quo scintillae emicant, disiicientur. Vid. Wilkii *animadv. ad* Franklini epist. p. 289.

Wilkivs ob multa in electrologiam merita saepe a me iam laudatus, laudeque vere dignissimus,

 aliud

aliud experimentum excogitauit et in epiſtola d. 7. m. Iunii a. 1763. ſcripta mecum communicauit. Verba eius haec ſunt: „*Fragorem cum ſcintillis electricis iunctum exploſioni et aeris expanſi raritati tribuendum eſſe, hoc experimento cognoui. Scintillam electricam immiſi in paruum globum vitreum intra duos alios globos tenui tubo in aquam demerſo munitos.* *) *Sic vidi aerem expelli, et in eius locum aquam ſuccedere. Neſcio autem calori an explodenti cuidam materiae aeris iſta rarefactio tribuenda ſit; Hoc vnum intelligo, aerem elaſticum ſub hoc labore neque generari neque abſorberi.*“

Ex his, quae iam propoſui, varia fulguris phaenomena explicari poſſunt. Notum eſt, fulgur ſaepenumero cum turbinibus et procellis coniunctum eſſe; neque hoc mirum eſt. Etenim ſi v. c. tres nubes A B C inter ſe ita diſtent, vt fulgur inter A et B, inter B et C oriatur, duplex fragor et exploſio duplex fiet; vnde aequilibrium atmoſphaerae in duobus locis tolletur, aeriſque ambientis afflatu turbines vehementes excitabuntur. Hinc facile intelligitur, quid ſingula quidque plura fulgura efficiant.

A fulguris violentia nonnunquam pauimenta conclauium et feneſtrae vitreae perfringuntur; quod

*) Obſcuritate quodammodo laborat haec Wilkiani apparatus deſcriptio: quapropter Suecica verba ſubiicere neceſſarium duxi: — — *har jag beviſt genom et förſök där denna eld innom en liten glaſkula ſlår imellan twänne kulor* etc.

quod procul dubio explofioni aeris fubito expanfi tribuendum eft.

Vestes a fulgure fubinde lacerantur et hinc inde disiiciuntur. Sic v. c. in exemplo Brookfii, quem in itinere vna cum equo, cui infidebat, fulmen occidiffe legimus, ephippia et veftes partim laceratae et disiectae partim combuftae erant, folae manicae intemeratae manferant. (Vid. *h.*) Mitra lanea mulieris in horreo tabacario a fulgure interemtae minutim lacerata eft, pannis vsque ad fupremam domus contignationem proiectis. Pueri, quem non procul a patre fideratum fuiffe narraui (*i*) braccae et tibialia difcerpta, fubuculaeque panni cum calcei fulmento ad trium quatuorue orgyarum diftantiam abiecta erant. Plura exempla addere nolo; hoc vnum monuiffe fufficiat, fingularia illa fulminis effecta ab explofionibus ventisque fimul obortis prouenire.

r) Flammvlas in haftis telisque militum exarfiffe veteres auctores multis locis commemorant. Ita Plinivs H. N. LII. c. 37. *Vidi*, inquit, *in nocturnis militum vigiliis inhaerere pilis pro vallo fulgurum effigies.* Et Seneca Quaeft. Nat. c. 1.: *Gylippo Syracufas petenti vifa eft ftella fuper ipfam lancem conftitiffe. In Romanorum caftris vifa funt ardere pila, ignibus fcilicet in illa delapfis.* Nec non Caesar de bello africano c. 6.: *per id tempus fere Caefaris exercitui res accidit auditu incredibilis: nempe vigiliarum figno confecto, circiter vigilia fecunda noctis nimbus cum faxea grandine fubito eft exortus. Eadem nocte quintae legionis pilo-*

rum

rium cacumina sua sponte arserunt. Denique LIVIVS: *in Sicilia militibus aliquot spicula, in Sardinia in muro circumeunti vigilias equiti scipionem quem in manu tenuerat arsisse refert.*

s) FLAMMAE in nauium malis subinde micantes variis nominibus insigniuntur. Gallis et Hispanis *Feu St. Elme*, *Fuego de S. Elmo*, Italis *Fuoco di S. Pedro s. Nicolao*, Lusitanis *Corpo Santo*, Belgis *Vrede-Vyer*, Anglis *Come-at-Sands* audiunt. Si quinque vel plures appareant Lusitanis dicuntur *Corona de nostra Senhora.* Vid. HARTMANN l. c. et *Philos. Transact.* Vol. 48.

PLINIVS in Hist. Nat. L. II. c. 37. horum ignium speciem satis accurate describit nonnulla tamen confundens et alieno loco intermiscens. *Antennis nauigantium*, ait, *aliisque nauium partibus ceu vocali quodam sono insistunt, vt volucres sedem ex sede mutantes: graues, cum solitariae venere, mergentesque nauigia, et, si carina ima deciderint, exurentes: geminae autem salutares et prosperi cursus praenunciae: quarum aduentu fugari diram illam ac minacem appellatamque Helenam ferunt. Et ob id Polluci et Castori id numen assignant eosque in mari Deos inuocant.* Nec vana erat veterum opinio flammulas illas Polluci et Castori dicatas securitatem a procellis praesagire. Ignium enim multorum apparitio fulguris deriuationem indicat, et quo maior illorum numerus placida luce et sine strepitu conspicitur eo minor est explosionum metus. Cf. *q*) Nec tamen semper satis tutum fuisse hoc praesagium videtur: accidit etiam

etiam ſubinde vt alia corpora lucentia, quibus nihil cum tempeſtate commune eſſet, pro Helenae vel deorum geminorum ſtellis haberentur. Sic, vt alia taceam, Scolopendra phoſphorea, inſecti lucidi genus, nonnunquam procul a litore in naues ex aere decidit. Deſcriptionem et picturam huius animalis Braadivs ad Academiam Regiam Suecicam miſit. Ad hoc genus forſan pertinet ſidus illud Helenae pro pernicioſo et infauſto a Veteribus habitum, niſi imperfectae fulguris deriuationi illud tribuere malis.

Optimam horum ignium deſcriptionem Forbino debemus. Qui, cum aliquando, nube fulminea aterrima ſupra nauem, cui praefectus erat, conſiſtente, vela contrahere iuſſiſſet, mox vltra 30 igniculos in antennis et malis emicare vidit. Ex his, qui mole maximus erat, in media nauis arbore haeſit. Nauta hanc flammam auferre iuſſus, cum malum conſcendiſſet, fragorem ceu a puluere pyrio detonante audiuit, ignis autem in mali cacumen aufugit, nec vllo modo ſe auelli paſſus eſt. Paullo poſt nubes multum imbrem fuderunt, coelique ſerenitas rediit. Caeterum haud difficile eſt, de his marinis ignibus recte ſentire, ſi igniculos ex cuſpidibus electrificatis promanantes cum iis comparemus.

t) Idem tenendum eſt de flammis in turribus nonnunquam micantibus. Planzati in Aueruia in turris cacumine collocata eſt crux ferrea nullo colore nec vernice picta, brachiis praeacutis et in liliorum figuram elaboratis. In his appropinquante

fulgure

fulgure, exardescere solent flammae tres, liliorum numero, subrotundae, acuminatae, iridis coloribus corruscantes. Plerumqne sesquihoram vel diutius durant, nec ab imbre extinguuntur. Vid. *Hamburg. Magazin* B. 9. p. 359. seq.

Lesservs, Pastor Nordhusanus narrat, d. 2. Februarii a. 1749. circa sextam horam vespertinam, grandine niuibusque multis cadentibus, in turri Sti. Petri ferramenta decem acuta flammis lucidis arsisse, ex his autem vnum, quod geniculatum esset, tres igniculos gessisse. Digito admoto has flammas extingui potuisse, sed remota manu extemplo rediisse; cessasse etiam, si quis prope adstando ventum prohiberet, reluxisse rursus eo recedente. Addit per horae quadrantem durasse hanc lucem pallidam, circa ferramenta coerulescentem, sesqui pollicem longam et dimidium pollicem latam. Caeterum immobilem fuisse et susurrum edidisse instar muscae in aranei tela haerentis. Idem susurrus a. 1747. interdiu auditus est, at alio tempore coelo tonante ferrum illud geniculatum noctu lucere visum est.

Winklervs simile phaenomenon Numburgi obseruatum commemorat. Haud procul ab hac vrbe castellum est in colle situm, geminisque turribus munitum. In harum vna, dum coelum tonat, in summo fastigio flammam micare appropinquante fulgure increscentem, recedente eodem subsidentem inde ab antiquissimis temporibus obseruatam est.

Qvos

Qvos hactenus descripsi ignes, vere electrici sunt, et materiae electricae viam monstrant. Vnde manifestum est, cuspides in quibus eiusmodi flammae conspiciantur, electrum attrahere et abducere posse; quod tamen non sufficienter hoc praestent demonstrabo propediem.

n) Flammae istae securitatem a fulgure quodammodo promittunt. Etenim exoriri haud possent, nisi, vbicunque apparent, via pateret, qua materia electrica terram subire vel ex eadem abduci posset. Experientiae conuenienter hoc affirmo. Testantur enim ciues Plauzatini, oppido suo fulgur semper pepercisse, dummodo ignes illi in turri micantes conspicerentur; nec ab his dissentiunt Nordhusani et Numburgenses. In Castello illo Numburgensi ante aliquot annos res memorabilis contigit. Turris fastigio structura noua sex pedum altitudine superaedificata nouusque globus apici impositus fuerat. Confecto hoc labore proxima vespera fulgur in turrim delapsum est, nulla flamma antea visa. Idem postea saepius accidit, quotiescunque nubes fulminea appropinquasset; nec tamen incendium secutum est. Facile intelligitur noua structura fulminis deriuationem qudammodo impeditam fuisse. Nauis trierarchae Waddels, licet dispersis per malos igniculis, tamen a fulgure feriebatur. Et Berolini in turri S. Petri, antequam a fulgure incenderetur, flammula apparuit. Caeterum haud difficile est, haec omnia electricitatis artificialis exemplis illustrare. Nam si lagenae electro vnuste corpus abducens eminus admoueas, placide illa

exonera-

exonerabitur, at si propius lagenam cum corpore abducente committas, corruscatio fiet, quam ictus proxime sequetur.

x) FVLGVR *iuxta metallica corpora procedit, nec aliam viam legit, dum metallum continuum solidumque reperit.* Ex ingenti exemplorum, quibus hoc demonstrari posset numero, vnum tantum ex epistola FRANKLINI ad COLLINSONVM adducam. Newburyi in Noua Anglia turris est ex ligno structa, quadrata et a fundamento vsque ad campanarum locum 70 pedes alta. Inde exsurgit turris rotunda et acuminata, a campanis ad summum apicem itidem 70 pedes alta. A malleo, quo campanae pulsantur, filum ferreum porrigitur, quod per foramen in pauimento ad subiectam contignationem descendit indeque sub tecto transuersim iuxta parietes ad horologium campanis 20 pedum profunditate inferius, protenditur. A. 1755. fulgure illapso turris superior corruit, disiectis vndique parietibus, ita vt super campanas omnia destruerentur. A malleo fulgur per filum ferreum vsque ad horologium processit, praeter dilatationem foraminum filum illud transmittentium nulla sui vestigia post se relinquens. Tum ab extremitate fili ferrei versus fundamenta aedificii ruens, longe magis saeuiit, multis lateribus ex imo pariete effractis et vltra 30 pedum distantiam proiectis. Filum ferreum simul fusum est, ita vt praeter fragmentum duorum pollicum ad malleum et tantundem ad horologium nihil de eo superesset: et in truxillatione parietis, qua filum processerat, vestigium nigrum pollices

tres

tres vel quatuor latum apparuit. Videmus in hoc exemplo filum ferreum tenue vtut liquefactum, fulgur abduxiſſe, quod turrim 35 cubitos altam diſiecerat, deinde autem a fili extremo fine fulgur reſumtis quaſi viribus ſaeuiiſſe.

Aliam obſeruationem ex *Actis Maſſilienſibus* a. 1775. P. II. p. 192. addo. Fulgur incidit in lampadem in porticu collocatam, inde in ipſum porticum pertuſo muro prorupit tanta cum violentia, vt feneſtra proxima poſtesque inde perfringerentur. Tum felici caſu incidit in filum aeneum cum tintinnabulis ſingulis conclauium per vniuerſam domum cohaerens. Liquefacta prima fili parte fulgur bifariam partitum per omnia tintinnabulorum fila, quae paſſim combuſſit, ex altera parte ad ſtillicidium, ex altera ad caminum proceſſit, tandemque e domo aufugit, caeterum innoxium. Ex his, me etiam non monente, patet, filum ferreum domum a periculo tutam praeſtitiſſe. Alia exempla in Promtuario Hamburgenſi leguntur.

y) Fulgur ab humore etiam deriuari, templi Mariaeſtadienſis exemplo, quod in antecedentibus commemoraui, intelligitur. Dixi, fulgur a turri verſus parietem, qui tum truxillabatur, ſe conuertiſſe. Operae humi procidebant, vnique eorum manus amburebatur. Caemento humido vsque ad tectum ferreum, forte ob humores ſubito in vapores reſolutos, a pariete auulſo, fulgur in pariete ſeptentrionali deſcendit, id quod poſtmodum ex variis ſignis apparuit; poſtes enim attritae erant, in feneſtris etiam veſtigia nonnulla ſupererant, et

 mar-

margo epitaphii cuiusdam deaurati a fenestra vsque ad pauimentum ambustus et fere atratus videbatur.

z) SALVBERRIMA ars, qua fulguris periculum auertitur, in ipsa patria America, multorum iurgiorum caussa extitit, nec satis fuit excusationi, quinquaginta domus optimo cum successu Alexiceraunis munitas esse. Narrauit mihi KÜHNIVS ipse Americanus, cum Vpsaliae studii medici caussa habitaret, Philadelphiae ex suggestu sacro nouum inuentum ab aliis commendatum et defensum ab aliis vituperatum et diris exsecrationibus cumulatum fuisse. Patroni Alexiceraunorum prouocabant ad illud Salomonis dictum: *Prudens calamitatem prospicit, seque abscondit; stolidi autem temere periculo se obtrudunt et ab eo opprimuntur.* Tandem euentus aduersariorum criminationes repulit. FRANKLINVS enim testatur, fulgur, quod olim Philadelphiae multarum calamitatum causa extiterat, exstructis Alexiceraunis semper innoxium fuisse, et cum aliquando in cuiusdam domus culmen incidisset, mox abductum fuisse nullo damno illato, solo abductoris filo metallico abrupto et liquefacto.

SVMMA Dei potentia, quae tota rerum natura, tanquam poenarum instrumento aduersus homines improbos vti posset, fulgure certe ad cohibendam mortalium impietatem non indiget; et verissimum est, quod OVIDIVS dicit:

Si quoties homines peccant, sua fulmina mittat
Iuppiter, exiguo tempore inermis erit.

Enim

Enimuero fulgur non vindictae instrumentum est, sed beneficiorum, quibus Deus humanum genus cumulat. Multis modis vtile est et proficuum; quos hactenus non omnes perspicimus. Nonnulla tamen fulguris bona, quae in aperto sunt, breuiter enumerabo.

I. Aer *a fulgure depuratur.* Nempe telluris atmosphaera immensam vaporum copiam ex terrestribus corporibus, praesertim aestatis tempore, absorbet, vnde alcali volatili, acido vitriolico, spiritibus ardentibus, oleis aethereis et sulphure inquinatur. Haec autem vbi abundant in aere, noxia sunt pulmonibus, nec mirum est, saepenumero ob hanc caussam aestu insigni et lassitudine suspiriisque corpora grauari, licet thermometrum modicam caloris vim indicet. Anxietas ista, quam nostrates peculiari vocabulo *Åsk—Sö* appellant, similis est debilitatis illi sensationi, quam experiri solent, qui machinae electricae globum, dum circumuersatur, manu contrectant. Fulgur autem, vapores combustibiles per aerem dispersos consumit et destruit, eoque aerem purificat. Hinc est, quod cessante tempestate mirifice nos refocillari sentiamus.

II. Fvlgvr *nubes electricas in altum extollit.* Sicubi enim nubis fulmineae atmosphaera terram proxime attingit, hanc vna cum vaporibus intermediis electrificari oportet; ita tamen vt contrariam nubi electricitatem adipiscatur. Proinde, qua nubes commigrant, cum terrae repulsione, tum nubium attractione vapores in sublime vndique tolluntur.

III. Fvlgvr *imbres colligit et in terram demittit.* Saepenumero sitiente per aestatem tellure, pluuia, quam barometri indicio vix speraueris, electricarum nubium beneficio aeri extorquetur. Cum enim aquae vapores in atmosphaera collecti a nube electrica eminus attrahuntur, fulgur extemplo gignitur et in terram ruit. Idem fit, cum duae nubes, quarum altera electrica, altera non electrica, vel contraria electricitate onusta est, ad se mutuo proxime accedunt. Violenta autam aeris nubiumque agitatio, quae semper cum fulgure est coniuncta, hoc efficit, vt vapores in pluuiae guttas, vel etiam in imbres cataractae instar terram inundantes condensentur.

Verosimile est, electricitatem vicissim ex aere in terram et ex hac in aerem ire et redire. Id plurimum vtilitatis habet ad promouendum plantarum incrementum, cui electricitatem mirifice prodesse per experimenta etiam constitit.

aa) Dvplex fulgurum genus distinguere vulgo solent: alterum, calidum alterum frigidum appellantes. Nempe calida fulgura esse dicunt, quae materias combustibiles incendunt et concremant, frigida autem, quae nihil eiusmodi efficiunt. Equidem in sequentibus disquiram, an solida sit ratio, qua distinctio ista nititur; in praesentiarum monuisse sufficiat, hoc verum esse, quod fulgur non vbique incendia faciat.

Sint A, B, C, D, corpora electricitatem facile transmittentia, sibique inuicem contigua.

D

D autem cum alterutro vitri electrificati latere cohaereat. Iam si A ad alterum vitri latus appropinquet, scintilla prosiliet, et ictus per illa quatuor corpora simul transibit. Porro, si caeteris paribus, B et C, mutatis sedibus ita dislocentur vt distantia inter A et B et inter B et C et C et D similis fiat distantiae pristinae inter A et vitrum, admoto A ad vitrum, ictus electricus pariter obseruabitur, sed cum tribus scintillis iunctus, ob circulum deriuatorium trifariam interruptum. Si vero materiam quandam combustibilem in corporum illorum interstitiis collocaueris, v. c. in primo puluerem pyrium, in altero lamellam auream tabulis vitreis vtrinque tectam, in tertio manipulum chartarum; puluis pyrius inflammabitur, aurum vitro inuretur, charta perforabitur a scintilla electrica, dummodo omnia recte comparata fuerint.

Ex his intelligitur fulguris operatio. Fac enim A, B, C, D esse interstitia viae, qua fulgur ex nube in terram demittitur, et in his interstitiis iacere asserem siccum, tignum vetustum et pice oblitum, corticem Alni, aliasue materias combustibiles: necessarium erit, vno fulminis ictu incendia in compluribus locis simul fieri. Pone autem nimis debilem esse fulguris vim, et materias cremabiles ob humiditatem incendi non posse, dispersa per ipsam humiditatem electrica materia, fulgur nascetur, quod frigidum vocant, frangendo tantum rumpendoque obuia corpora nocens. Quod vero perhibetur vulgo ignem a fulgure accensum difficulter extingui posse, ita intelligendum est, vt memineris, fulgur siccissima tantum corpora accendere.

FVLGVR *metalla et vitrum liquefacit.* Inde aurea pigmenta in aedibus et ſuppellectili aduri et nigrari videmus: id quod in electricis etiam experimentis ſubinde contingit, auro, quod vitris inuri debebat huc illuc in fuliginem conuerſo. Neque vero craſſiora corpora metallica impune fulgur admittunt; in his enim nonnunquam extremi fines vel etiam margines colliquantur. Rarum tamen eſt magnam metalli molem totam a fulgure fundi. In caſtello Vpſalienſi a. 1760. delapſo de coelo fulgure nonnulla ferramenta incanduerant; ligna varia flagrare coeperant, aurea ſuppellectilis pigmenta nigruerant, denique grande ſpeculum in extremis marginibus fuſum erat, nulla tamen rima in eo obuia. Hoc mirum eſt, metalla paſſim colliquari, illaeſa materia ea circumdante. Ita PLINIVS H. N. L. II. c. 51. *aurum*, inquit, *et aes et argentum liquatur intus*, *ſacculis ipſis nullo modo ambuſtis.* Cultri, quorum ſub *f*) mentionem inieci, maximam partem fundebantur vaginis integris manentibus. Similia exempla paſſim ab auctoribus commemorantur. Sic vt alia taceam a. 1739. proxime ante praelium ad Albam Graecam pugnatum gladios cuiusdam cohortis Auſtriacae intra vaginas a fulgure liquatos eſſe legimus.

TALIVM obſeruationum argumento nonnullos adductos fuiſſe puto, vt fulgura frigida ſtatuerent. Et viſum eſt quibusdam Philoſophis, varia corpora ſine calore liquefieri poſſe; praeſertim cum vitrum cui aurum electricitate inuritur, ad tactum non caleat. Sed poſſumus etiam trans ſolis radios

ſpeculo

ſpeculo ardente concentratos impune manum producere; dummodo celeriter id fiat; neque dubito, plane nullum colorem perceptum iri, ſi manus tanta celeritate, quanta electrica materia fertur, agitari poſſet. Aſt ideo, quod calor in hoc caſu non ſentitur, calorem plane abeſſe minime ſequitur. Nam chalybis etiam particulae, quas ſilex alliſus excudit, vere fuſae ſunt, calorem autem mox perdunt. Proinde facile apparet, ignem, qui corporum texturam reſoluit atque deſtruit, velocitate nimia ſenſibus ſeſe ſubtrahere poſſe. Quinimo in corporibus, quae fulgur tetigit, vſtionis veſtigia plerumque apparent, vnde haud aegre colligas, non omnem calorem abfuiſſe.

Difficilivs eſt dicere, qui fiat, vt nummi et gladii colliquentur, crumenis et vaginis nullo modo ambuſtis? Et primum quidem experientia conſtat, eo maiorem eſſe fulguris violentiam, quo maiorem reſiſtentiam inueniat. Deinde non diſſimile vero eſt, ignem in metallo reconditum a fulgure eo adigi, vt nexum particularum, praeſertim in tenuiſſimo metalli loco, disrumpat, et hoc fluidum reddat. Verum, cum cauſſa externae violentiae temporis momento ceſſet, ideoque reniſus etiam tollatur, mirum non eſt, metallum aeque celeriter congelari et firmitatem recuperare, ac eam perdiderat. Plumbum charta obuolutum, hac integra manente colliquari poteſt; quidni gladius a fulgure, illaeſa vagina, fundi poſſet?

Fvlgvris materia ab igne parum differre videtur, cum effectus vtrinque ſimiles ſint. Hinc mi-

tum non eſt animlia plus minuſue a fulgure ambu-ri. (Vid. *i* et *h*) Imprimis autem ignis plaga in ea ſede apparet, qua fulgur introiit exiitque. Subitanea aeſtus et refrigerii viciſſitudine vaſa rumpi et cellulae ſanguine ſuffundi poſſunt, vnde liuores paſſim in corpore fiunt.

Exempla occurrunt hominum, quos ignis inteſtinus viuos combuſſit, et in cineres redegit. In bubulco, quem a fulgure concrematum eſſe dixi, cauſſa huiusmodi interna adfuiſſe videtur, quae fulguris vim excitauit et auxit. (*b*)

bb) Richmannvs inter primos fuit, qui Dalibardii tentamiua imitarentur. Apparatum inſtrumentorum, quo vſus eſt, breuiter deſcribam. Primum per lagenam vitream in fundo foramine pertuſam perticam tranſmiſit ſubere in lagenae collo cinctam. Tum ſublato ex ſeptentrionali parte tecti imbrice, lagenam in eius locum poſuit, pertica ſic erecta, vt quatuor vel quinque pedes ſupra tectum emineret. Inferius perticae extremum catenae ferreae iunxit, hancque ex funibus ſericeis penſilem ad muſeum ſuum deduxit. Iuxta muſei feneſtras, meridiei aduerſas, in tabula quatuor pedes alta collocauit gnomonem electricum, ſ. electrometrum ex aſſerculo ferreo, qui vitro, ſcobe ferri pleno impoſitus erat. Ex aſſerculo gnomonis filum lineum ſesquipedale pendebat, quod, dum electricitate vacuum erat, ſemper ad perpendiculum appenſo dimidio grano plumbi detrahebatur. Pone filum iſtud proxime appoſitus erat circuli quadrans in gradus diuiſus, radio longitudinem fili duarum

linearum

linearum ſpatio excedente. Gnomone cum catena iuncto, perticae electricitas facile obſeruari potuit, filo lineo eo magis a perpendiculo ſeſe extollente, quo validior eſſet electricitas. His adminiculis vſus RICHMANNVS, atmoſphaerae electricitatem cum artificiali comparando hanc illa fortiorem eſſe didicit; quippe artificialis electricitas in tantum augeri potuit, vt filum ad 55 gradus attolleretur; ab atmoſphaerica autem nunquam vltra 30 gradus eſcendit. In aliquibus experimentis duo gnomones adhibiti ſunt, alter cum externa alter cum interna lagenae Leydenſis ſuperficie coniunctus. D. 6 Auguſti a. 1753. indiciis electricitatis meteoricae apparentibus, RICHMANNVS vnum gnomonem adhibuit, obſeruaturus, quot gradus filum adſcenſurum eſſet. At dum oculos intendit, derepente flamma pugni magnitudine ab aſſerculo in eius caput irruit, miſerumque exanimem proſternit, fragore ſimul ceu a minori tormento bellico, edito. Filum ferreum catenam cum pertica iungens diſſiluit, eiusque diſiecta fragmenta veſtes proxime adſtantis SOKOLOWII, Academiae Petropolitanae chalcographi, vſtularunt. Et hoc notandum eſt 70 Rubelios, quos RICHMANNVS in loculis gerebat, non liquatos fuiſſe. Vid. WINKLERI *Programma* et LOMONOSOW *oratio de Meteoris vi electricitatis ortis*.

Richmanni funus multa cauere iubet.
Dum tangit ferrum, rapitur ſuper aethera doctor,
Ac inter Phyſices ſidera latus erat.

Equidem in apparatu RICHMANNI hoc vituperandum fuisse censeo, quod fulgur in conclaue deduceretur nulla deriuatione in periculi casum procurata. Si enim catena abducens in distantia aliquot pollicum vel quadrantis vlnae a catena corriuante apposita fuisset; nimis cumulata fulguris materia in catenam illam accessoriam exundatura erat; quo praesidio celebrem illum virum seruari potuisse nullus dubito.

dd) FVLGVR *nunquam nocet, nisi viam, qua abducatur non reperiat.* Praeter casum illum tristissimum RICHMANNI alius in mentem mihi venit, Potsdami a. 1754. obseruatus. Quidam scientiae naturae cultor, domi suae in tecto tubum metallicum duobus tubis vitreis insistentem collocauerat. Huius suprema pars iuxta tectum extus prominebat, ex altera autem catena appensa per tectum descendebat, funibus sericeis fulta. Vir ille forte fortuna de instrumentis suis non cogitans, aberat, cum derepente fulgur horrendo cum fragore in tubum decidit. Proximo die omnis apparatus dirutus disiectusque repertus est. Fulgur tubos vitreos diffregerat, et imbricem in tecto iuxta catenam electricitati abducendae destinatam pertuderat. Vid. *Hamburg. Magaz.* T. XV.

LOCA *excelsa prae aliis fulmini obnoxia sunt.*
— — — feriunt
— — — summos fulmina montes.

Nempe nubes, cum plerumque in depressiore atmosphaerae regione colligantur, in montes altos et aedifi-

aedificiorum excelſorum faſtigia nonnunquam impingunt. Propterea templorum turres ſaepenumero a fulmine feriuntur, niſi hoc materiam, qua abducatur, ibi inueniat. Nam nec hoc inſolens eſt, fulgur paſſim praealtis turribus parcere in alias autem frequenter incidere. Sicubi autem fulmen ſaepius cecidit, periculum eſt, ne eundem locum iterum iterumque feriat, niſi altitudo aedificii demolitione vel quocunque alio modo minuatur, vel abductoribus muniatur. In Suecia multa habemus exempla turrium, quas fulgur plus vna vice tetigit. *)

FVLGVR nonnunquem in planitiem ſe demittit; quod cum accidit, veroſimile eſt, vel caſu id contigiſſe, vel locum ſic tactum facultate fulgur abducendi vicinis locis praeſtitiſſe. Nempe terra paſſim electrica eſt, (vid. *ii*) ideoque ſi nubes electricitate contraria foetae e regione ei imminent, protinus a fulgure tangitur, cuius impetu plerumque fouea in eo

*) Templum epiſcopale Strängnaſenſe, annis 1291, 1630, 1643, 1686; Graengardenſe Waſterdahliae a. 1593, 1647, 1708, 1716; epiſcopale Åboenſe a. 1459, 1464, 1702, 1703; templum magnum Holmienſe, a. 1567, 1595; Stae Clarae a. 1661, 1684, 1723, 174-; Riddarholmenſe, a. 1694, 1697; epiſcopale Weſteråſenſe, a. 1622, 1691, 1709; Rasbokilenſe a. 1702, 1708; Öſtervalenſe, a. 1687, 1746; templum magnum Lekſandiae, 1627, 1709.

eo loco effoditur. Obſeruanda autem eſt differentia fragoris, qui cum nubem fulgur tetigit, ſurdus et fere obſcurus eſt, ſi autem in corpus quoddam terreſtre incidit, ſonorus et acutus eſſe ſolet.

Sine nubibus tonitrua et fulgura nonnunquam ſubito ingruere, veteres iam obſeruarunt, licet Lvcretivs id neget. Sic Virgilivs *Georg.* I. v. 489:

— — coelo ceciderunt plura ſereno
Fulgura.

et Ovidivs *Faſt.* III. v. 369. 370:

Ter tonuit ſine nube Deus, tria fulgura miſit;
Credite dicenti, mira, ſed acta loquor.

et Plinivs *Hiſt. Nat.* L. II. c. 51. *M. Herennius Decurio ſereno die fulmine ictus eſt.* Plura qui velit veterum teſtimonia, Mvsschenbroekivm adeat. Schevchzervs narrat, Bernae puellam et tres domos fulgure, caelo ſereno, ictas eſſe. Vid. *Naturgeſch. des Schweizerlandes* p. 11.

Plvit nonnunquam ſine nube; quidni etiam fulgur coelo ſereno cadera poſſet? Vid. Hartmann l. c. p. 225. Aer tenui humore grauis, nonnunquam purus et pellucidus eſſe videtur; quem ſi vitro clauſum in antlia pneumatica colloces et exteneus, protinus nebulae vel nubeculae conſpicientur, mox diſceſſurae ſimulac aerem rurſus foris admiſeris. Sic fere in atmoſphaera quanquam caelum ſerenum et pellucidum eſſe videatur, multi vapores aliquando colliguntur, pernicioſi futuri, ſi electricitate pleni ſint.

dd)

dd) Nvbes *fulmineas atmoſphaera cingit alias contractior, alias amplior.* Nonnunquam ad centum pedum profunditatem porrigitur, vel ipſam terram proxime contingit; quod cum fit, noſmet ipſos, vt Monnierivs vidit, facile electrificare poſſumus; inſiſtentes ſcabello, manusque coelum verſus extollentes. Eiusmodi nubes profundae Wilkio teſte puluerem et arenas ex terra attrahunt.

Ex ſitu, amplitudine aliisque nubium qualitatibus multa phaenomena cum fulgure coniuncta intelligi poſſunt. Nam ſi ex duabus nubibus altera ſuper alteram poſita eſt, altera electrica, altera non electrica vel electricitate contraria praedita, fulgur mox ſurſum mox deorſum ruit, prouti electricitas vel in ſuperiore vel in inferiore nube cumulata eſt. Quod ſi autem profundior nubes terrae admodum vicina eſt, duplex fulgur conſpicietur. Hinc fulgura diuerſiſſimis viis procedere et in multiplices formas configurari poſſunt. Nubes autem profundae crebra fulguratione exhauſtae nonnunquam ex iis, quae in ſuperiori regione natant, noua virium augmenta capiunt, et denuo fulgura emittunt.

Coacervatis ſenſim nubibus totoque coelo obnubilato fulgura plerumque ceſſant, fragores tamen ſubinde adhuc audiuntur.

Nvbes ſingulares in alto loco atmoſphaerae ſuper terram transeuntes neque fulgur neque tonitru edere ſolent. Si aquam plorant, guttae per aerem depluentes noctu lucent; quod equidem menſe Septembri a. 1759. bis vidi.

In

In Suecia longe rariora ſunt fulgura quam in terris Auſtro propioribus. Aeſtate tamen crebrius obſeruantur, inprimis menſe Iulio, magno calore ingruente. Verno tempore infrequentiora, item autumno; longe rariſſima per hiemem, nec tamen innoxia. Ryzelivs refert, coelum ter tonuiſſe Holmiae d. 31. m. Mart. a. 1703. hieme nondum profligata.

Fvlgvrvm frequentia in regionibus calidis argumento eſſe poteſt, calorem ad excitandam atmoſphaerae electricitatem plurimum facere.

Nix ſicca vel certe nondum liquefacta, glaciei in eo ſimilis eſt, quod ictum electricum continuare et electricam materiam transmittere nequeat. Et obſeruatum quidem eſt, nubes niue grauidas interdum electricas eſſe, ſed vix eſt, quod ab his multum periculi metuas, niſi aqua ſimul turgeant. Grandinem fulgura ſubinde per aeſtatem comitantur, ſed plerumque pluuia ſimul cadit; grando enim fulgur vix alere et ſuſtentare poſſet.

ee) Dixi fulgur inde ab omni aeuo mortales terruiſſe. Nonnulli autem prae aliis mirum in modum illud reformidant. De Auguſto, vt alia exempla taceam, Svetonivs narrat, eum *tonitrua et fulgura paullo infirmius expauiſſe, vt ſemper et vbique pellem vituli marini circumferret pro remedio: atque ad omnem maioris tempeſtatis ſuſpicionem in abditum et concameratum locum ſe reciperet.* Idem de Cajo Caeſare; *ad minima*, ait, *tonitrua et fulgura conniuere, caput obuoluere, at vero maiore*

maiore proripere se e strato sub lectumque condere solebat. Similem fere narrationem de Seuero Spartianvs habet. A. 1569. d. 24. Iunii tantum tonitru Holmiae exortum est, vt multi eorum, qui tum in templo erant, prae metu animo linquerentur. Tonitru autem, quod plurimum vulgo reformidant, minimum habet terroris, vbi enim auditur, indicio est periculum, quod a fulgure metuendum erat, cessasse. Igitur verissima sunt haec Senecae verba: *nemo vnquam fulmen timuit nisi qui effugit.*

Eqvi et alia animalia saepe ad singula tonitrua humi prosternuntur. A. 1741. cum Hafsledi in domo parochi fulgur in vetustam abietem delapsum esset, gallinae omnes tonitru perterritae subito in sublime prouolarunt, et semanimes in terram rursus deciderunt.

Capreae tonitru admodum reformidant; et multi sunt, qui serio asseuerent, earum pelles post mortem etiam a tempestate singulari modo corrumpi; quod an verum sit, physici videant. Glires etiam a tonitru fortiori necari multi perhibent; ego vero hac de re vehementer dubito.

ff) De natura fulguris diu multumque a philosophis disputatum est. Ineptas veterum sententias commemorare nolo, quas qui scire cupiat, Wilkii *historiam fulguris* adeat. Recentiores vsque ad annum 1746. vix vltra veteres sapiebant, vnde omnem de fulgure doctrinem ante illum annum *obscuram* dicere licet. Multi putabant, fulgur

gur mixtione quorundam corporum cremabilium nasci, quam per Chemiam indagari posse confidebant, parum, vt videtur, considerantes, quam difficile esset, sententiam suam cum fulminum ortu ex nubibus imbriferis conciliare. Variis argumentis illi sententiam suam exornarunt, exemplis etiam, ex quorum numero, duo tantum a WOLFFIO allegata commemorabo. Alterum quod HOFFMANNVS etiam in *Obseru. Phys. Chym.* p. 340. narrauit, hoc est. Zellerfeldiae a. 1698. accidit, vt in pharmacopolio, Balsamum sulphuris terebinthinatum, quod in phiala exacte clausa balneo arenae digerebatur, prae nimio ignis aestu accenderetur, et vitrum horrendo cum fragore disploderet. Puer quidam in laboratorii vestibulo, explosione consternatus caput in pariete offendit, alius januae adstans humi procidit. Phialae fundus in arena restitit, collum per fenestras maximo cum impetu proiectum est. Praeterea cellae ianuam, dolia quaedam et cantharos, nec non feraam laboratorii ianuae obiectam explosionis impetus diffregit. In laboratorio fenestras duas cum transennis disiecit, reliquas, transennis relictis, excussit. In vicina camera pauimenti asseres disrupit, ianuae limina destruxit, fenestram elisit, ianuam denique promtuarii subito impulsu aperuit. Denique in ipsa taberna medicamentaria fenestras elisit quidem sed tamen non disiecit.

ALTERVM exemplum hoc est. Vratislauiae, a. 1718. in pistrina quadam, operae, furno iamiam percalefacto et fere excandescente, ligna affatim intulerant, spiraculo supremo non obturato.

Iam

Iam cum vnus ex seruis fornacariis ligna ardentia rutabulo agitare vellet, ingens flammarum turbo cum fragore prorupit, hominisque barbam ambussit, alium autem, panis cibarii haud mediocre pondus baiulantem ad 4 cubitorum distantiam proiecit, et in terram praecipitem dedit. Quo facto flamma per pistrinam huc illuc grassata in caminum se proripuit, quem cum clausum offendisset, lapides nonnullos ex structura euulsit, indeque reuersa in alium furnum proruit, eumque diffregit. Tum in cryptam fornicatam proruens murum pertudit, et per foramen in pistrinam rursus adnecta amplissimam fenestram effregit et in viam publicam ad 24 cubitos proiecit. Tandem fulguris instar micuit, sparsisque igniculis lucidissimis subito extincta est.

gg) Patefacta fulguris indole electrica, omnia clarius perspici coeperunt. Etenim, difficultatibus vtrinque pensitatis, facile apparuit, eas longe minores esse, si ab electricitate, quam si ab vlla alia re fulguris origo repetatur. Quin etiam ad huius naturam explicandam, doctrina de electricitate ita sufficit, vt neque operosa interpretatione neque argumentis ambiguis opus sit; quippe omnia fere sponte in oculos incurrunt. Summa autem rei est, inuenire, quid sit electricitas? Iam, eius materiam esse fluidam, tenuissimam et valde actuosam, haud difficulter intelligitur: quod vero Du Fayo placuit, duas esse electricitates, alteram vitream, alteram resinosam, id nondum ad liquidum perductum est. Franklini de hac re sententia simplicitate et veritatis specie ita commenda-

tur, vt assensum vel inuitis fere extorqueat. Putat vir eximius, seu potius in ipsa rerum natura inuenisse videtur, corporibus singulis certam electricae materiae quantitatem inesse, quam vi quadam insita conservare nitantur; ea deminuta phaenomena electrica apparere, dum defectus ille compensatur; contra, aucta vi electrica, eadem fieri, materia exuberante et ob abundantiam dispersa. Hinc FRANKLINVS electricitatem *negatiuam* dixit, materiae electricae defectum, qui praeter naturam corpori accidit; *positiuam* autem eiusdem materiae insolitam cumulationem. Quae doctrina, quantam lucem electrologiae affundat, copiosius demonstrare libelli huius angustia prohibeor; quapropter lectores rogo, vt WILKIVM consulant, qui in *Dissertatione de electricitatibus contrariis*, nec non in animadversionibus suis ad FRANKLINI epistolas, de hac re ita disputauit, vt nihil reliquum fecisse videatur. Certe tam parum dubitationis et difficultatis in hac re superest, vt, si quid est, quod desideres, vel cum natura aegre congruere putes, ignorantiam magis nostram, quam ipsam hypothesim accusare oporteat. Veruntamen, cum FRANKLINVS statuerit corpora negatiue electrificata, electricitatem aliis subripere et ad se deriuare, his aduersari videtur flatus ille ex cuspidibus negatiue electrificatis prodiens. WILKIVS autem in Diss. c. experimento ingeniose adornato demonstrauit, electricitatem vitream vere exundare. Scilicet cuspidem metallicam inunxit phosphoro, cuius vapores in conclaui obscuro, nebulae instar confusi et tumultuatim exsurgunt, obverso autem globo vitreo electrificato in radium

cometae ſpecie et fulgore colliguntur; vnde apparet materiam electricam effluere et vapores lucentes ſecum abripere. Cum ſcire cuperem, quid euenturum eſſet, ſi cuſpides negatiue electrificatae experimento adhiberentur, WILKIO ſcripſi, rogans, vt id tentaret. Qui cum reſpondiſſet, phosphoro ſe deſtitui, negotium ipſe in me ſuſcepi, globo vitreo paruo et arena attrito (*matt-ſlipad*) vſus. Haec tentando haud parum miratus ſum, cum viderem, nihil aliter fieri, ac in cuſpidibus poſitiue electrificatis obſeruaueram. D. 5. m. Iunii a. 1763. experimentum in ſcholis meis phyſicis repetii. Ex WILKII epiſtola poſt haec ad me data cognoui, eum illud idem, quod ego, expertum eſſe. Sic vterque noſtrum in difficillimum hypotheſeos Franklinianae locum, eodem fere tempore incidimus. Inde cogitur, duo eſſe electricae materiae genera, quorum vtrumque in omnibus ſimili modo agit, alteri tamen ita contrarium, vt illud deſtruat et viciſſim ab eo deſtruatur. Quid? quod duae iſtae electricitates, vbicunque exiſtunt, ſimul explicari videntur. Praeter alia id teſtatur, quod WILSONVS mihi ſcripſit, ex baculi cerae ſigillatoriae fragmentis alterum poſitiuae alterum negatiuae electricitatis indicia prodere. Mirum et hoc eſt, ſuperficie corporum mutata ſaepenumero electricitatis genus mutari. Sic vitrum politum in omnium aliorum corporum contactu (*emot alla Kroppar*) electricitatem poſitiuam exhibet; idem arena attritum, vt CANTONVS docuit, negatiuam electricitatem prodit; poſitiuam tamen retinet, ſi ſerico vel goſſypio obuertatur. Porro ſi A perfricatur τῷ B,

 illud

illud fiet +, alio autem frictionis modo adhibito A fiet —. Eiusmodi experimenta WILSONVS monstrauit DE LA LANDIO ante hunc annum Londini commoranti; qui inde spem concepit, litem inter NOLLETVM et LE ROI in Academia Gallica exortam per haec ipsa experimenta dirimi posse. Calore etiam electricitatis genera vicissim mutari posse, docent experimenta mea cum taeniis sericis instituta, de quibus alibi exposui. Supersunt tamen multa, in quibus physicorum ingenia se exerceant.

ALIA quaestio est, eaque principali, *vnde nubes electricitatem adipiscantur?* Plurimi rem omnem ex affrictu mutuo declarari posse putarunt. LOMONOSOWIVS enim docuit, in atmosphaera aërem passim ad perpendiculum, passim oblique, vt fluuii in alueis solent, ferri; quod cum fit, oleorum aethereorum, quae aeri admixta sunt, adfrictu, electricitatem nasci, verosimile quibusdam videbitur. At WILKIVS commode obiicit, sic corruscationem quidem sed nullum fulgur oboriri posse, cum particulis positiuis et negatiuis inter se commixtis, omnis fere electricitas pereat. CANTONVS in *Transact. Philos.* a. 1753. p. 357. suspicatur, aerem subito expansum in corporibus nubibusque vicinis electricitatem explicare, eandemque, dum rursus condensatur, subripere posse. Speciosa profecto coniectura, maxime si caloris vim in aere expandendo et electricitate gignenda consideres. LE ROI in *Mem. de l'Acad. de Paris* 1755. sulphureis vaporibus fulguris ortum tribuit; ex his nempe

nempe intra nubes collectis putat ingentem materiae electricae copiam a calore expelli, vnde vicina corpora positiuam, nubes autem negatiuam electricitatem acquirant. At enim vero sulphur, cuius odor subinde tonante coelo obseruatur, sub ipsa fulguris explosione gignitur. Adde, quod sulphur electricitatem non prodat, nisi liquefactum sit; atmosphaerae autem calore liquefieri nequit. WILKIVS in Act. Acad. Suec. a. 1759. quaestionem proposuit, an aër quodammodo solis radiis colliquari, et originaria electricitate ditari possit, quam electricitatem deinde, dum extenuata assurgit, vaporibus obuiis impertiat? Forte etiam aer in sublime raptus electricitatem tum primum explicat, cum aer profundior refrixit, quod quidem in sulphure fere fieri constat.

VEROSIMILLIMVM est terram interdum hic illic electricam fieri, (vid. *ii.*) suamque electricitatem cum nubibus et vaporibus communicare, qui postmodum alios vapores attrahunt et electrificant.

IN via, qua fulgur procedere solet, multa sunt admiratione dignissima. Sic v. c. experientia constat, si inter plura corpora obuia nonnulla auro obducta sint, haec sola fulmen aggredi, reliquis, vtut propioribus sibi, parcere. Est etiam, vt ex coetu multorum hominum, fulgure delapso, aliqui prosternantur humi, reliquis incolumibus. Atque in his facile est agnoscere fulguris conuenientiam cum electricitate artificiali; si consideres, quae fieri solent ictu electrico in tabulam vitream auratam chartamue argentatam demisso, siue per manipulum

chartarum auri laminas alternatim excipientium traducto. In eo experimenta omnia conſpirant, electricitatem ea ſemper via procedere, qua corpora ſibi amica et attractionis lege ſe expetentia inueniat: in fulgure autem huius proceſſus conditiones hucusque non omnino perſpicimus.

bb) EXPERIMENTA *cum fulgure variis modis capi poſſunt.* Ab initio quidem plurimi perticis ferreis vſi ſunt; creditumque eſt, donec RICHMANNI interitus de periculo moneret, perinde eſſe, quomodo perticae illae ſtatuerentur, dummodo in corporibus electricitatis collectae effluxum impedientibus collocarentur. BECCARIVS apparatum exſtruxit, quem paucis deſcribam. In duabus turribus tam parum inter ſe diſtantibus, vt filum ferreum ex altera ad alteram protendi poſſet, ſingulos aſſeres ſtatuit. In vtroque horum, exciſo foramine, conum vitreum ſolidum defixit. Summae coni parti circumdedit annulum cum alio cono ex filo ferreo obſtannato, cavo eo et praeacuto, conferruminatum. Submiſſo deinde filo ferreo in conorum intercapedinem, ex eo aliud filum ferreum in muſeum ſuum deduxit. Hoc apparatu electricitatem atmoſphaericam, exiguam etiam, cognoſci poſſe ſperat; quo autem a periculo tutum ſe praeſtaret, in cubiculo ſuo haud procul a machina faſciculum filorum ferreorum, quae fila ſalutis nuncupat, ita ſuſpendit, vt extremitatibus ſuis in terram humidam deſcenderent — ROMAS ab initio perticas ferreas adhibuit; poſtmodum draconem chartaceum tres pedes latum et ſeptem pedes altum,

funi

funi annexum 730 pedum longitudine, cui filum metallicum innexum erat. Funis iste cohaerebat cum tubo ex bractea metallica facto, et ex funibus fericis trium pedum altitudine fupra terram fufpenfo. Draco fic comparatus in altitudinem 550 circiter pedum fe extulit. Praeteruecta nube fulminea tubus fcintillas tam validas quinque vel 6 pollicum diftantia edidit, vt quinque homines manibus iunctis adftantes, contrectato tubo totius corporis quaffationem fentirent. Quin et flammae prodierunt, quarum ftrepitus ad 200 paffus audiri poterant. Interea nullum fulgur nec vllum tonitru obferuatum eft; draco tamen altius prouolauit. Paleae quaedam tubum verfus attractae funt. Poft horae quadrantem paucis guttis pluit. Tum obferuatores quidpiam in facie fenferunt, velut ab aranei tela in aere obuolitante; fimulque fibilus, vt ab agitato folle auditus eft. Mox fecuti funt tres fragores ab oppidanis pro tonitrubus habiti. Simul palearum maxima ad 40 vel 50 orgyas iuxta funem adfcendit, ita tamen vt alternis vicibus attolleretur et deprimeretur. Funis ipfe, trium vel quatuor pollicum latitudine corrufcauit; noctu haec lux ad aliquot pedum diftantiam fine dubio diffufa fuiffet. Sub tubo in humo foramen, pollicem profundum et dimidium pollicem latum repertum eft. Haec experimenta ROMAS inftituit a. 1753. menfibus Maio et Iunio. Vid. *Mem. de Mathematique et Phyfique des Sçavans étrangers.* p. 393 — 408.

FRANKLINVS draconem fuum in *epiftola decima* d. 19. Oct. 1752. data, defcripfit. Perticam tin-

tintinnabulis instructam mense Septembri erexit. Tintinnabula saepe tinnitum ediderunt, quoties nubes nigra praeterueheretur, licet fulgur et tonitru plane abessent. Subinde tinnitum fulgur excepit, mox tamen ille denuo exorsus est. Vt vero cognosceret electricitatis in nube praeteruecta indolem, lagenam vnam fulgure, aliam electricitate ex machina hausta onerauit. Indicium nubis positivae ipsi fuit globulorum corticeorum ex filis sericis suspensorum repulsio ad vtramque lagenam obseruata, contra ea negatiuam electricitatem adesse agnouit, quando globuli corticei ab altera lagena repellebantur, ab altera vero attrahebantur. D. 12. m. Aprilis a. 1753. fulguris electricitatem negatiuam inuenit, nec positiuam vidit ante d. 6. m. Iunii. Postmodum alternis vicibus negatiuam et positiuam.

Mazeas in Castello Marechalli de Noailles filum ferreum 370 pedes longum ex funibus sericis ita suspendit, vt eius extremum ad 90 pedes supra horizontem promineret. Tum obseruationes suas d. 14. m. Iunii 1753. inchoauit, et in finem m. Octobris eiusdem anni continuauit. Filum quotidie, quando siccus aer erat, ab ortu solis usque ad 7. vel 8. horam vespertinam electricum esse et corpuscula leuia ex 3 vel 4 linearum distantia attrahere, manibusque contrectatum intra 3 vel 4 minuta prima electricitatem recuperare cognouit. Procella furente electricitatis nulla fere cessatio contigit, licet filum manu contrectaretur. Neque corpuscula leuia facilius attrahuntur filis illis multiplicatis,

tis, quinimo haec electricitatem semel amissam tardius recuperant. Typhones (*orcaner*) cum sine fulgure sunt, electricitatem non augent; neque venti quidquam mutant, dummodo sicci sint. Siccissima nox nulla electricitatis indicia ostendit; haec enim a solis ortu primum se prodit, et dimidia hora post eius occasum cessat. Dum vero nubes fulmineae supra horizontem efferuntur, vis electrica increscit et augetur, donec nubes dissipatae sint. Vid. Philos. Transact. 1753. p. 377-384.

Cantonvs ad explorandam electricitatem meteoricam duobus vsus est globulis corticeis in cistula ex ligno buxi fabrefacta suspensis. Hi globuli, elevata cistula, dum electrici fiunt, se inuicem repellunt. Admota cera sigillatoria probe perfricta repulsio minuitur ab electricitate positiua, augetur a negatiua. Cantonvs nonnunquam sereno caelo, aerem electricum deprehendit, nunquam vero noctu, nisi aurora borealis effulgeret. Mensibus Ianuario, Februario et Martio electricitatem vicies et quinquies, modo positiuam modo negatiuam vidit, niue, pluuia vel grandine cadentibus. Vid. *Philos. Transact.* 1754.

Haec fere sunt recentiorum inuenta, quibus electricitatis et fulguris naturam eandem esse apparuit. Plura, his maiora, tempus docturum est.

Wilkivs nuper inuenit apparatum ad huiusmodi experimenta inprimis idoneum, cuius descriptionem breuem hic adiicio.

Exstrvitvr domuncula in speciem tuguriorum, sub quibus in villis et casteriis tintinnabula conuocandis operis et naupegis suspendi solent. Duae sudes robustae vno et dimidio cubito inter se distantes, in terram fistucis adiguntur, vt stent immobiles. Tum transtro iugumentantur, supremo autem vertici crates imponitur, super quam tectum quadrangulum ex asserculis exstruitur. In tecti culmine, sima imposita, apertura rotunda dimidium pedem lata relinquitur. Necessarium autem est, hanc structuram 6 vel 7 pedum altitudine a solo distare. Potest etiam pigmento oleoso vel pice affatim oblini.

In apertura media pertica est, 6 vel 7 cubitos longa, inferiore sui parte crassior, superiore gracilior, tandemque in apicem praeacutum desinens. Haec suspensa est ex sex funibus sericis, ex quibus tres simae alligati, reliqui autem inferiore loco affixi sunt; singuli autem in triangulo disponuntur in tecti ima parte, unde super trochleas deorsum ducti ad clauos palis infixos anneciuntur. Ita tribus funibus deorsum aliis tribus sursum trahentibus, pertica pro lubitu constitui potest, vel etiam ita firmari, ne vllo ventorum impetu dimoueatur. Sufficit funes cubiti longitudine sericos esse, quod reliquum est, ex cannabino laqueo compleri potest. Cum autem plurimum referat, prospicere, ne funes pluuia madefiant, hoc consilio tecti aperturae suggrundae loco superimponitur conus ex bractea stanno obducta paratus, et fundamentum tecti trabeculis declinatis cingitur.

Infima

Infima perticae pars rotundata eſt, et a tranſtro vlnae quadrante diſtat. Alia pertica ferrea in ſuprema parte rotundata, ſurſum deorſumque mobilis et cochlea vel cuneo firmanda perticae illi maiori e regione imminet, ita vt ſcintillae inter vtramque perticam commeare poſſint. Minor illa pertica appenſa catena cum ſolo iungitur. A principali autem et maiore pertica, quam in excelſo loco ſurrigere expedit, catenulae vel fila ferrea ad obſeruatoris ſtationem ducuntur. Sic tintinnabulis, globulis corticeis, baculo vitreo, aliisue adminiculis adhibitis electricitatis indoles ab obſeruatore harum rerum perito facile explorari poteſt. Caeterum non conuenit, eiusmodi apparatus in aedibus vrbanis exſtruere, cum a leuiſſima negligentia, ne graue damnum afferat, metuendum ſit. Certe omni cura et ſtudio periculum procurandum eſt, ſi in vrbibus hoc apparatu vti velis.

ii) Fvlgvr *ſubinde ſurſum a terra procedere* veteres iam obſeruaſſe videntur. Haec forte ſunt *fulmina inferna*, quorum Seneca meminit. Luculentiora exempla apud noſtri aeui auctores occurrunt. Sic, vt alia taceam Marchio Scipio Maffei cum a. 1713. iter faciens, in Caſtellum Fosdinouo a pluuia cum ſociis ſe recepiſſet, in conclaui tabulati infimi flammas albidas et caeruleſcentes ex pauimento prorumpere vidit. Quae cum aliquantulum huc illuc agitatae fuiſſent, tandem, velut in aciem collectae ad ſpectatores conuerſae ſunt, mox iterum diffuſae, ingenti ſtrepitu edito, euanuerunt. Vndique flammarum veſtigia

in ambuſtis parietibus, aſſeribus et tectis apparuerunt, caementum a pariete ſolutum et aſſer in ſuperiori contignatione fiſſus eſt, illaeſis tamen hominibus, qui ibi erant. Vid. MAFFEI *della formazione d' fulmini* Verona 1747. *Lett.* I. HIERONYMVS LIONI cum ab initio de his fulminibus atterraneis dubitaſſet, poſtmodum fidem adhibuit, propriis oculis obſeruata flamma, quae a ſolo exorſa lente adſcendebat, tandemque cum vehementi fragore euaneſcebat. Vid. eius epiſtola ad Dn. BVRGOS Profeſſorem Paduanum in *Diar. Ital.* T. 82. art. 8.

Ex fulminum infernorum cenſu ea quoque fuiſſe videntur, de quibus ſupra retuli, Bononiae et Potsdami obſeruata (*cc*). Nec aliter ſentio de fulgure, quod templum Oſtervalenſe feriit. Viſum eſt nonnullis RICHMANNVM ab eiusmodi fulgure ictum fuiſſe, ideo, quod ianua fiſſa fuerit, et Sokolovius ſcintillam a gnomonis aſſerculo prorupiſſe viderit. Addunt, ex relatione eorum, qui foris extra domum fuerant, ignis globum ex nube in perticam incidiſſe, licet nubes 6 gradibus a puncto verticali diſtaret.

ANTE MAFFEVM recentiorum nemo fulmina inferna commemorauit. Poſt eum multi, vt eſt hominum in extrema omnia propenſio, nullum fere fulgur naſci putarunt, quin a terra ſurſum feratur. Ipſe FRANKLINVS, cum nubes ſaepenumero negatiue electricas deprehenderit, exiſtimat, magnam partem fulminum a terra adſcendere; de-

fectum enim electricae materiae, quem negatiuam electricitatem dixit, non nisi ex terrae penu compensari posse. At, cum nuper obseruatum sit, negatiuam etiam electricitatem ex corporibus ea plenis exundare, facile patet, fulmen sursum ferri haud posse, nisi terra vno alteroue loco electrica facta sit, nubesque electrica super eam eo loco praeteruehatur.

Terram interdum valde electricam esse, multis rationibus probari potest. Et primum quidem notum est, ab altis montibus nubes modo attrahi modo repelli, quod fieri non posset, nisi montes ipsi electricitatem fouerent, eaque facultate nubes non electricas vel contraria electricitate praeditas attraherent, alias autem simili modo electrificatas repellerent. Nonnunquam nubium infima superficies fere complanata est, quod indicio est, eas a terra procul repelli: Wilkivs enim obseruauit, simile quid accidere cylindris bombycinis in clathro electrificato collocatis. Neque mirum videbitur terram passim electricam esse, si consideres in montibus copiosum sulphur inesse, quod calore subterraneo fusum electricitatem validam explicat. Turmalinus Zeylanicus mediocri calore electricus fit, et alii etiam sunt lapides, quos eadem facultate praeditos esse Wilsonvs docuit; v. c. Corneus crystallisatus viridis Wallerii, cuius magna copia in montibus Americanis reperitur. Nullus autem dubito, in nostris etiam montibus eiusmodi lapides sub terra latere, qui non modo fulgura inferna generare verum etiam atmosphaerae vapores electri-

cos

cos ſuppeditare poſſint. Vid. *Act. Acad. Suec.* a. 1759.

ii) Qvod perticarum ἀλεξικεραύνων craſſitiem attinet, ſatis eſſe puto, ſi pollicem latae ſint. Expedit tamen eas infra paullo craſſiores eſſe, indeque paullatim contracto diametro in apicem acutum deſinere. In apice ſtella vel globus multis cuſpidibus inſtructus collocari poteſt. Longitudinem eam eſſe oportet, vt duobus circiter pedibus ſupra domus vel turris culmen emineat. Si enim nubes fulminea tam alto loco praeteruehatur, vt eius atmoſphaera perticam non attingat, nihil admodum erit, quod periculum metuas. Perinde eſt, ex quo metallo perticae fiant; ferrum tamen et diutius durat, et viliori pretio commendatur. Eius loco bracteae ferreae ſtanno obductae adhiberi poterunt. Teretes perticae et anguloſae idem valent. Spatioſas aedes duabus perticis, ad tecti extrema vel in turri collocatis munire conuenit; minoribus ſingulae perticae ſufficiunt. In turribus templorum cuſpis conti, in quo gnomon anemius (*hane*) verſatur, deauranda eſt; et ſi crucem gerit, eius brachia praeacuta eſſe oportet.

Structura ἀλεξικεραύνȣ in tecto.

Tecta laminis metallicis, imbricibus, trabeculis, vel ceſpite, imbricari poſſunt. Praeſtant tamen laminae metallicae, cum deriuationis iuxta parietes inſtituendae compendium faciant, dummodo perticae cum laminis iungantur. Commode etiam tecta in culmine et iuncturis et iuxta delicias metallo operiun-

operiuntur. In tectis autem lateritiis ad minimum dimidiam culminis partem et angulos metallo vestitos esse oportet, si domus parua sit, singulumque fastigium habeat, nec in excelso loco sita sit: alias totum culmen duoque anguli decussatim metallicis laminis operiri debent. Idem valet de tectis ex asserculis vel ligno constructis; in cespite autem, cum laminae affigi nequeant, dimidiati canales metallici, stillicidiorum instar, ex tecto breuissima via per parietes deducendi sunt.

In tectis, quae vulgo Italica dicuntur, supremi tecti deriuatio cum inferiori coniuncta esse debet. In templis autem inde a pertica, cui gnomon anemius insidet, laminarum ferrearum series, vlnae quadrantem lata, in turris extrema superficie disponenda est. Praeterea basi turris lamina circumdari debet cuspidibus aspera, eo consilio, ne forte fulmen emissum ex nube infra turris culmen praeteruecta, aedificio noceat.

Fulminis deriuatio iuxta parietes.

Stillicidia tectorum, ex ferro stannato facta, fulmini abducendo commode inseruiunt, si breuissima via ad terram demittantur, et laminis metallicis in tecto dispositis iungantur. Eorum loco in vno alteroue domus angulo laminas metallicas continua serie adfigere poteris. Excelsarum aedium stillicidia cuspidibus munienda sunt aduersus vim nubium humiliore loco praeteruectarum. Alia deriuatio e regione adornanda est, eo consilio, vt fulmina inferna caueantur, et materiam, qua abducantur,

cantur, mox reperiant. In paruis domubus ob angustiam spatii hoc fieri nequit.

Deriuationis finis.

Derivatio ad solum deducta, collocatis ibi canalibus laminisue metallicis continua serie iunctis, super terra vel sub ea cum vicina aqua committitur. Si domus duplici deriuatione munita est, sufficit hanc vno tantum loco in terram humidam ad aliquot pedum profunditatem demitti. Quod inprimis intelligendum est de domubus paruis fulguri minus obnoxiis. Posset etiam fulgur in cellas deriuari, dumne vina vel alii liquores spirituosi ibi condantur.

His artificiis fulmen ab aedificiis prohiberi potest. Facile est, inde colligere, quid eodem consilio cum nauibus faciendum sit. Nempe in mali fastigio conto huic imposito iungatur series laminarum ferrearum, cuius alterum infimumque extremum in mare demittatur. Idem in antennis nauium fieri potest.

Tria potissimum in toto hoc negotio obseruanda sunt, praeter quae, quod reliquum est, pro lubitu adornari poterit.

1) Cuspides metallicas ita disponendas esse, ne nubes, intactis iis, fulmen in ipsa aedificia mittant.

2) Cuspides deriuatione continua cum aqua, vel solo humido iungendas esse. De figura metalli fulgur abducentis nihil admodum est, quod praeci-

piam,

piam, ea enim pro lubitu rerumque conditione eligi poteſt, dummodo

3) metallum ſufficiens ſit, ſcilicet, ne aliqua eius pars colliquetur a fulmine. Igitur ſatis eſt bracteas metallicas quadrantem vlnae vel dimidiam vlnam latas adhibere, dummodo caueas, ne rubigine exedantur.

Cvrandvm inſuper eſt, ne metalla, quae intra domum ſunt, cum apparatu fulgur abducente communicent vel cohaereant. Nam etſi fulmen ex metallo non prorumpit, dummodo hoc ſolidum continuumque ſit, verendum tamen eſſet, ne aliqua fulminis pars in domum deriuaretur, ſi forte nimia eius vis eſſet, vel ſi metalli abducentis continuitas caſu tolleretur. Inprimis autem metalli ſoliditas maximopere neceſſaria eſt, vbicunque ligna in propinquo ſunt.

Integrae vrbes fulminis periculo eripi poſſunt, abductoribus in aedificiis excelſiſſimis huc illuc diſpoſitis.

II) Mvlta ſunt, quae perſuadeant, fulgur aeris agitati viam (*drag*) ſequi. Non raro enim in vaporaria aedium et arbores vetuſtate excauatas, et in alia loca, vbi aer cum quodam impetu fertur, incidit. Nempe aer ad corpora idioelectrica quidem pertinet, ideoque electricitatem lente transmittit, agitatione autem et venti impetu ſpatium

aere quodammodo vacuum oritur, in quod fulmen ruit, partim resistentia exigua eo inuitatum, partim a vicinis corporibus repulsum. Caeterum ex eo ipso, quod fulgur aeris agitati viam sequi solet, multa phaenomena cum eo coniuncta facile intelliguntur, v. c. illud meteorōn genus, quod globos igneos vulgo dicunt.

mm) Qvi turbato coelo in itinere subdio versantur, eos Franklinvs periculum euadere posse promittit, si vestes madefaciant: experimento enim ille didicit, glires aqua humectatas electricos ictus impune ferre. Equidem, etsi hoc experimentum non repetii; dubito, an recte Franklinvs sic statuerit: quippe notum est, pisces in aheno aqua pleno, admissa valida scintilla electrica, momento citius necari. Quid vero, si aqua abunde circumfusa pisces a morte non vindicat, putes, modicum madorem vestium hominem seruare posse? Quae cum considero, non possum, quin Franklinvm in experimentis huc spectantibus errore quodam deceptum esse opiner.

Qvod putant nonnulli, gladium districtum vel aliud ferramentum acutum, ei, qui manu id teneat, praesidio esse, id vereor, ne parum securitatis polliceatur. Nam fulgur, quem ferit, non semper quidem occidit, at humi prosternit et laedit; hoc autem documento est, fulgur non totum corpus peruasisse; vel, si maxime quaquaversus peruaserit, liquet, debilius fuisse ictu, quo electricitas

citas artificialis corpus corripere solet. Plus valet vmbraculum manubrio ferreo et in suprema parte acuminato instructum. Quod coelo tonante in terram defixum, si sub eius tegmine te ita abscondas, ne manubrium imprudens contrectes, omnino fulminis periculum quodammodo prohibet. Nec tamen omnis metus caussa abest; valida enim explosione homo percelli et humi prosterni potest.

nn) Rervm recens inuentarum nulla est, quae tanta vtilitate mox ab initio se commendauerit, quantam electricitas hucusque foenerata est. Primus, qui de electricitate in medicamentorum numerum referenda cogitauerit, Krügervs est, Professor Halensis, qui in libello: *Zuschrift an seine Zuhörer*, d. 1743. nonnulla de hac re scripsit. Sequenti anno Kratzensteinivs Dissertationem de Electricitatis vsu et commodis (*Abhandlung von dem Nutzen der Electricität*) edidit, Qvelmalzivs autem commentariolum, cui titulus est: (*Homo electricus*. Prae aliis autem nominandi sunt Bianchivs & Pivatvs (vid. *Lettere della electricità medica* 1747.) Hi nouam methodum proposuerunt, qua subtilissimae medicamentorum partes, electricitatis ministerio in corpora aegrota ingeri possent. Hoc suo inuento et morbos sanari, nec aegrotos vllo medicamentorum taedio grauari polliciti sunt. Winklervs etiam, cum idem Lipsiae tentasset, se optimo effectu potitum esse testatur; reliqui omnes qui extra Italiam idem instituerunt, spe exciderunt. Vnde colligas, Italos illos inuenti sui praeiudicio

deceptos fuiſſe. Iniurius autem in Electricitatem foret, qui eam plane inertem et ad medicos vſus non idoneam eſſe exiſtimaret. Multa enim et probabilia virorum fide digniſſimorum teſtimonia extant, quae contrarium doceant. *)

Ego ipſe neruorum reſolutionem et dolores articulorum, inueteratos illos et alias pertinaciſſimos ſola electricitate mitigatos curatosque vidi.

Si cito, iucunde, tuto medicamur vbique,
Vt Cous iniunxit, cura medentis erit.
Haec cita, tuta quidem ſed non iucunda dolenti eſt,
Sit pro ſubiecti corpore tuta tamen.

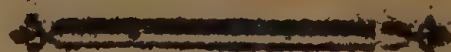
Natvralivm rerum ſcientia ab electricitate mirum quantum illuſtrata & locupletata eſt. Luculenter enim nunc perſpicimus multorum eorumque maximorum naturae operum cauſſas et momenta in electricitate poſita eſſe, vel certe ab hac adiuuari. De fulgure, tonitru aliisque materiis nulla ſupereſt dubitatio; ſed alia adhuc latent, quae dies docebit. Fallor, an olim intelligetur, ignem

*) Vid. Iallabert *experiments* etc. p. 184—238. I. S. Dessay Diſſ. *de Hemiplegia curanda per electricitatem* 1749. I. G. Schaeffers *Wirkung der Electricität in Krankheiten* 1752. Strömer et Lindhvlt in *Act. Acad. Suec.* a. 1752. 1753. Spengler *Brief von der electriſchen Wirkung in Krankheiten* Hafn. 1754.

ignem, lucem, vim magneticam, auroram borealem, alia, formas tantum modosque eiusdem materiae esse, a qua phaenomena electrica pendent. In animalibus etiam vim electricam hospitari, nuperrime inuentum est. Nam cum hactenus omnes hoc tantum scirent, in corporibus inorganicis electricitatem excitari posse, haud parum mirati sunt, cum innotesceret esse animalia, quae sponte, & pro lubitu electricitatem in se ipsis generent atque prodant. Notum est Raiam Torpedinem manu contrectatam, vlcisci iniuriam, neruorum stupore et distentione totum contrectantis corpus corripiente: hoc autem fieri percussione electrica nuperrimi primum suspicati sunt. Fidem coniecturae fecit alius piscis anno proxime elapso ex America allatus. Lubricus is est, viscoque oblitus et anguillae quodammodo similis, licet ex Gymnoti genere esse videatur. Alii pisces in eandem cupam, qua Gymnotus asseruatur, demersi, illico conuelluntur et pereunt, quamuis eum non contingant. Qui summo digito hunc piscem tangunt, confestim vehementer concutiuntur, perinde ac si phialae Leydensis scintilla icti essent. Acerbior dolor artuumque torpor oboritur, si piscis virga metallica ad manum sumta tangatur. Contra ea nihil nocet, piscem vitro, sulphure, cera sigillari aliisue corporibus idioelectricis tetigisse. Certe mirari conuenit, electricitatem tam validam in media aqua, cuius tamen vis ad abducendam illam plurimum potest, generari cumularique: nec dubitandum est singularem illius piscis naturam multa in-

audita hactenus et noua patefacturam esse, si accuratius inuestigetur.

Interea Physici studio non cedite vestro
Spes, vt res vltro promoueatur, adest.
Quam natura suis monstrat cultoribus artem,
Fructibus eximiis accumulare sciet.





INDEX

IN VNIVERSOS SEX TOMOS.

Primus et maior numerus tomum, secundus paginam denotat.

A.

Aci-

Aci-

com-

 Am-

INDEX.

356.

aqua

B.

C.

potest

Co-

D.

E.

Empla-

F.

 tum

foil-

G.

H.

I.

In-

M.

N.

O.

P.

Pyri-

Q.

R.

Re-

S.

 fundi-

Stan-

T.

Talis-

Ter-

W.

Y.

Z.

INDEX.



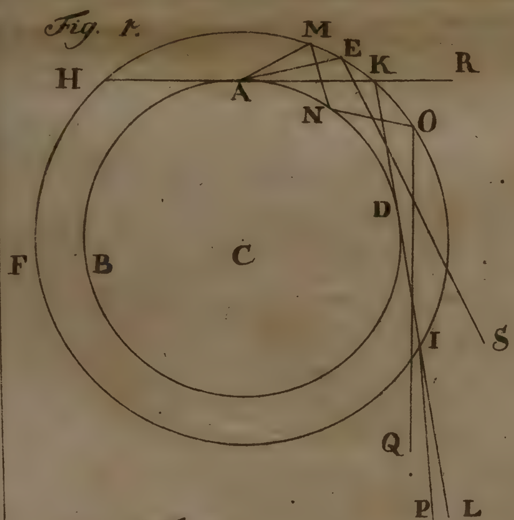


Fig. 1.

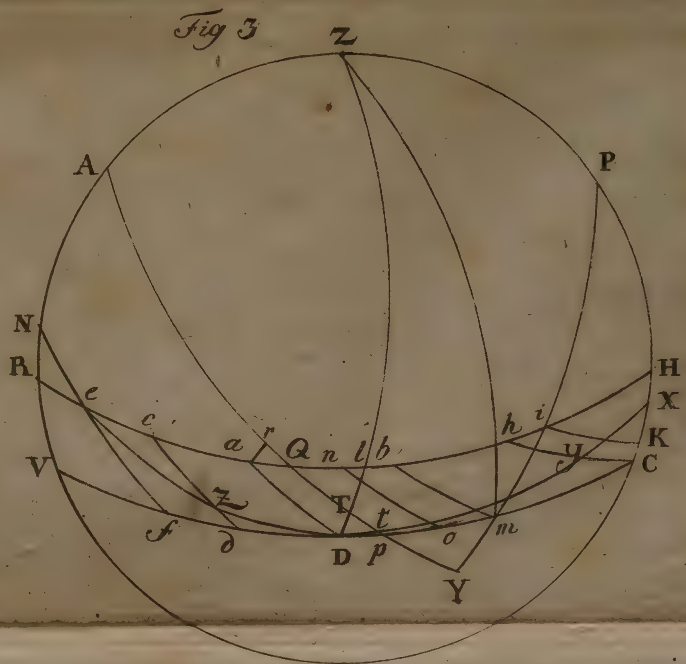


Fig 3

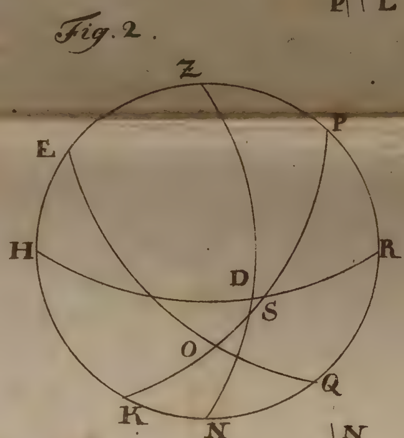


Fig. 2.

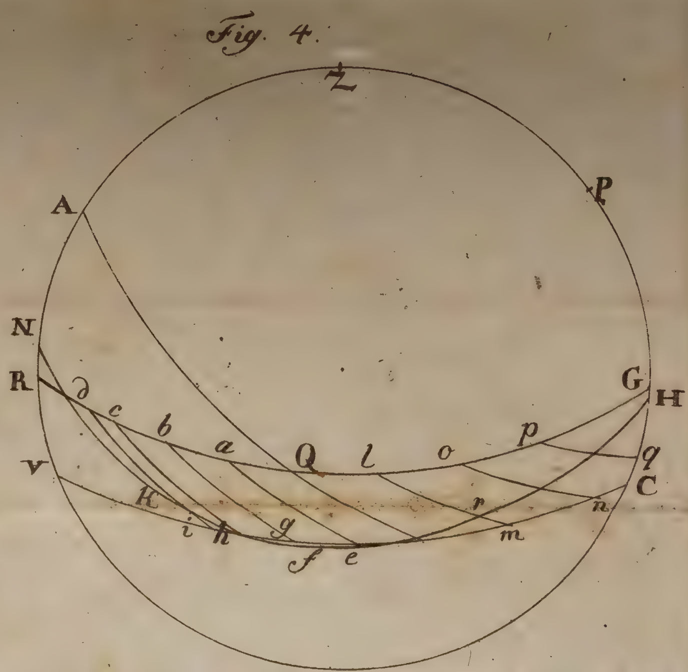


Fig. 4.

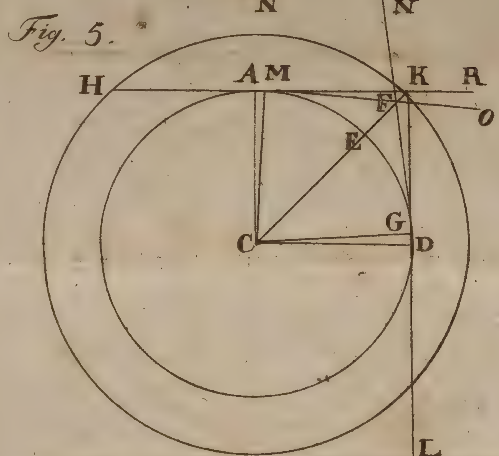
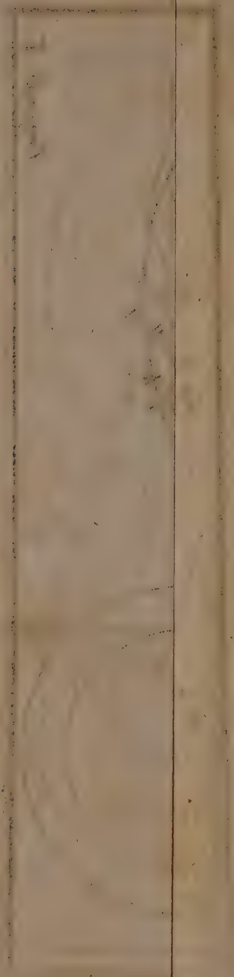
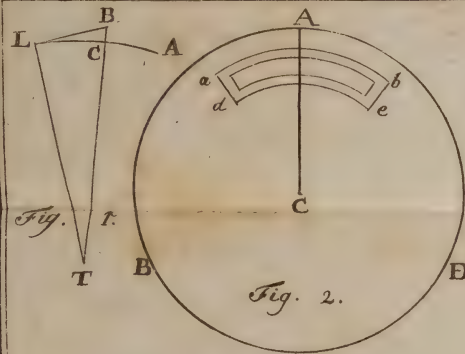
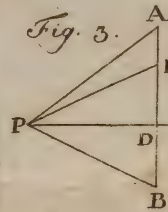


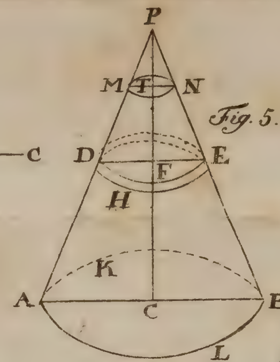
Fig. 5.

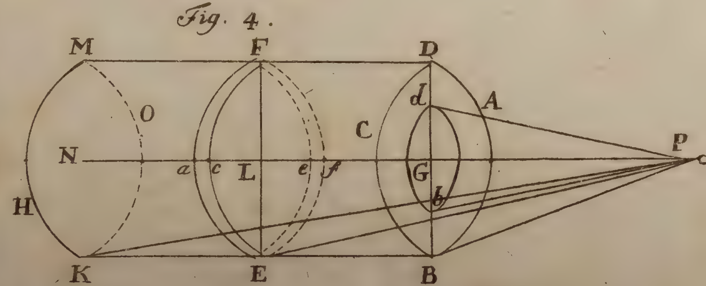
Crepusc. I.

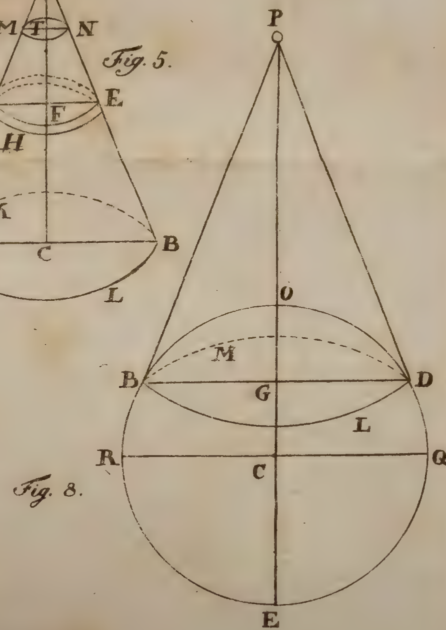


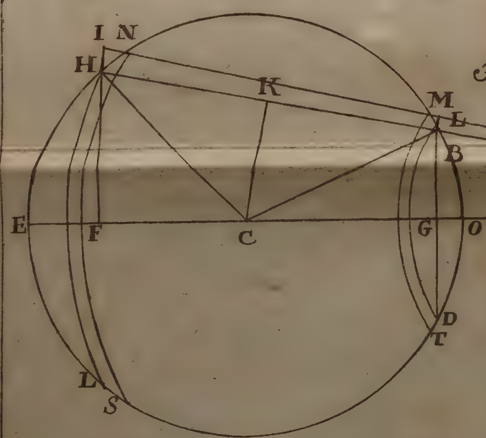


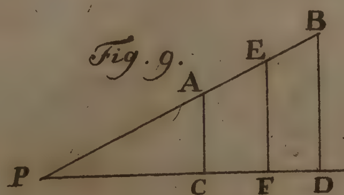


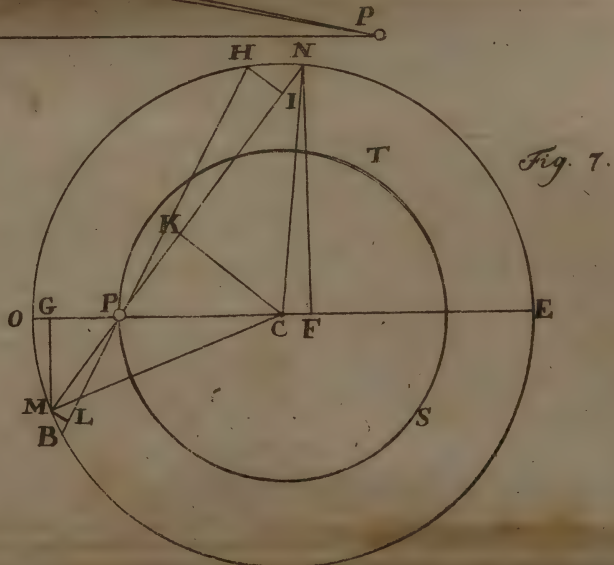












Hoppe f.





